كيف تتكوّن

الأحوال الجوّية



أكاديميا

Ashraf Omar Samour
Arabcommix





الأحوال الجوّية

الأحوال الجوية

اكاديميا انترناشيونال
الفرع العلمي من دار الكتاب العربي
ص.ب. 6669-113 بيروت، لبنان
تلكس 40139 LE KITAB
هاتف 862905-800811-800832
فاكس 1431 478-212-01

Authorized translation from Spanish Language Edition:

Lalluvia

Academia International
Scientific Division of Dar Al-Kitab Al-Arabi
P.O. Box 113-6669 Beirut, Lebanon
Telex 40139 LE KITAB
Tel 800832-800811-862905
Fax 01-212-478 1431

كيف تتكوّن

الأحوال الجوّية

ترجمة : ألفيرا نصور



المياه تتبخَّر

مِن أيْن يأتي ماءُ المَطَر؟
علىٍ سَطْحِ الأرض، تحدُثُ باستمرارٍ عمليّاتُ تبخُّرٍ هائلة. ففي سنة واحدة يتبخّر 350000 مليون متر مُكَعَّب من المــاء، وهي نفسُ كميةِ الماءِ التي تسقُطُ فيما بعد على الأرضِ على شكل هواطل مثل المطر والثلج وغيرهما.

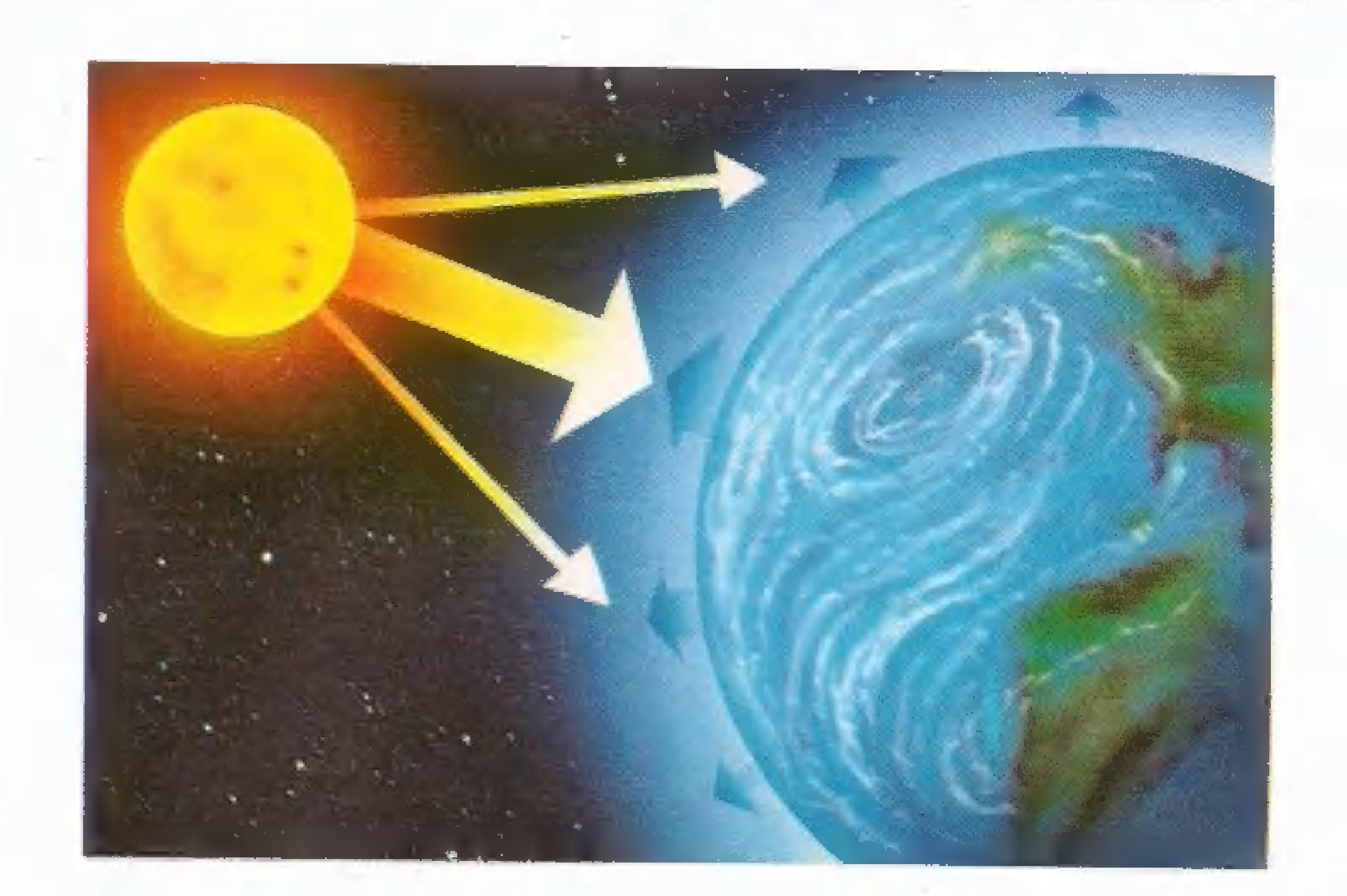
يبدأ كلُّ شيءٍ عندما تُسخِّنُ الشمس، بطاقةِ أشعَّتِها، الماءَ السائلَ أو حتى الثلجَ والجَليد، فتَحوِّلها إلى غازٍ يرتفع في الجو، ويُطلَقُ عليه إسمُ بُخارِ الماء.

مع تبخّر الماء، تتشكّلُ جُزَيْئاتٌ من بُخار الماء صغيرةُ الحجم لدرجة تتعذّر معها رؤيتها. وأنت لا تستطيعَ رؤيةَ التبخُّرِ بشكلٍ مُباشِر، لكن لا بُدّ وأنك لاحَظْتَ أكثَرَ من مرّةٍ أن الأُفُقَ يبدو غير واضحٍ وضَبابيًا. وهذا يعود إلى بخار الماء الموجود في الجوّ.

يتسبّب التبخّر والنَتْح بفقدان النبات كميّة من مائه. وكلمّا كثُرت النباتات في منطقة ما، زادت كمية بخار الماء التي يمكن أن تتشكّل.



نرى، هنا، كيف يحدث التبخّر في نقاط مختلفة من سطح الكوكب. ينتج 84% من مجمل الرطوبة الجويّة عن تبخّر ماء المحيطات، بينما ينتج الباقي عن تبخّر ماء الأنهار والبحيرات، ومن نَتح النباتات.





يحتفظ الجو بجزء من الحرارة التي تعكسها الأرض. وبفضل «تأثير الدفيئة» هذا، لا يبرد سطح الأرض بسرعة بعد توقّفه عن تلقّي أشعة الشمس (في الليل، مثلاً).

6

5

4

1 تبخّر الثلج والجليد.

2 التبخّر الصادر عن النباتات.

3 تبخّر البرك والبحيرات.

4 تبخّر الأنهار والجداول.

5 تبخّر ماء التربة.

6 صورة مكبّرة لجزيئات بخار الماء.

الضغط الجوّي

ماذا يحدثُ عندما يصلُ بُخارُ الماء إلى الجوّ؟

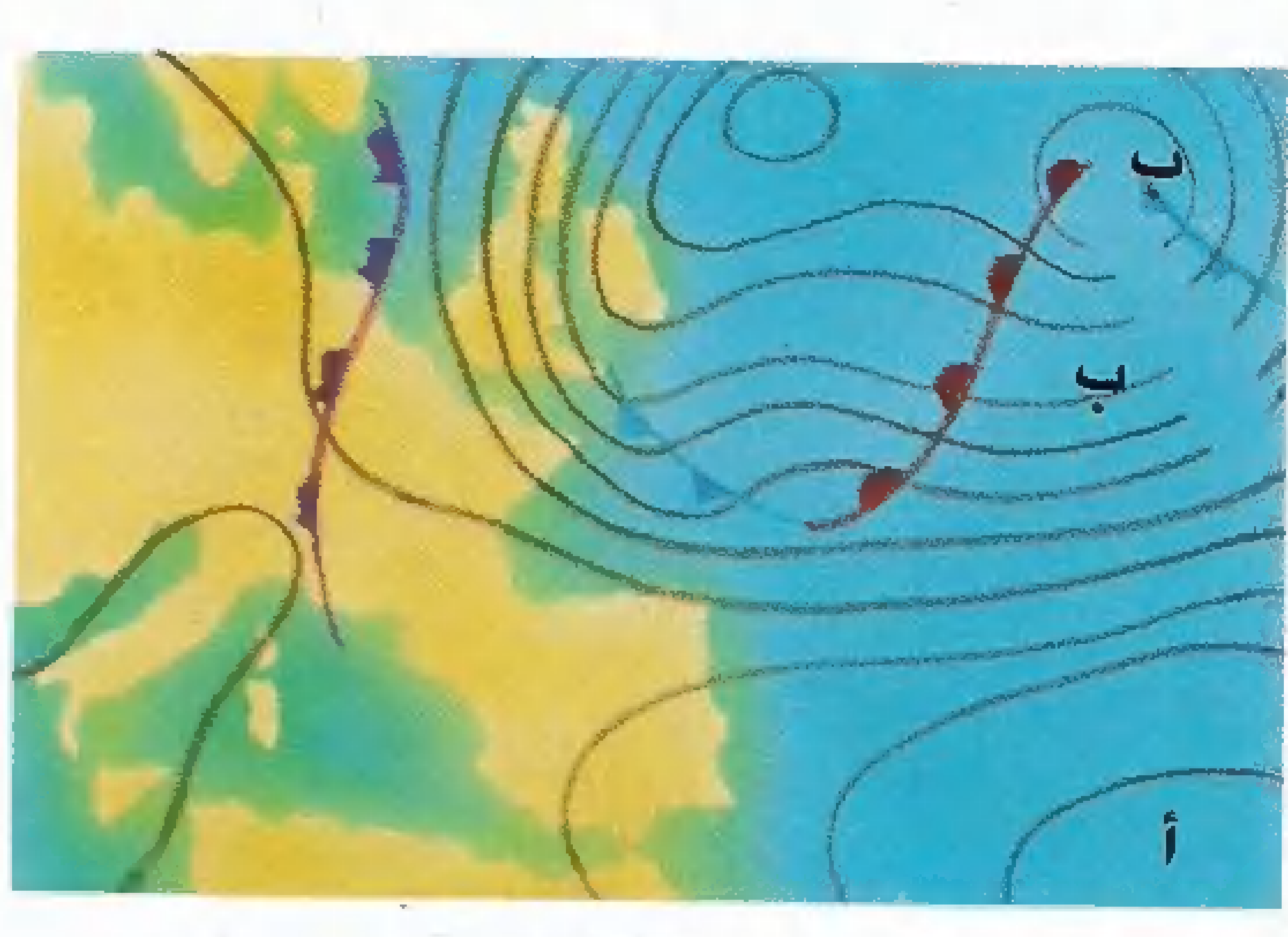
عندما يرتفعُ بُخار الماء في الجوّ، فإنه يواجهُ نظامًا شديدَ التعقيد. ففي مختلف مناطِق الأرض، تتشكّلُ كتلٌ هوائيةٌ يُمكن أن تحتلَّ آلاف الكيلومترات أفقيًا، وتقع على ارتفاعٍ يتراوحُ بين مئات الأمتارِ وعِدَّةِ كيلومترات.

لا بُدَّ وأنك سَمِعتَ أكثرَ من مرةٍ كلامًا عن الضغط الجوّي. إنّ كُتلَةَ الهواءِ التي تشكِّلُ الغلافَ الجوّي الذي يمتدُّ فوقنا لها وزنٌ معيَّن يجعلُها تُمارِسُ ضَغْطًا على سطح الأرض. ويبلغُ هذا الضغطُ عادةً عند مستوى سطح البحر 1033 كغ/سم^2 (=760 مليمتر زئبق أو 1.013 مليبار).

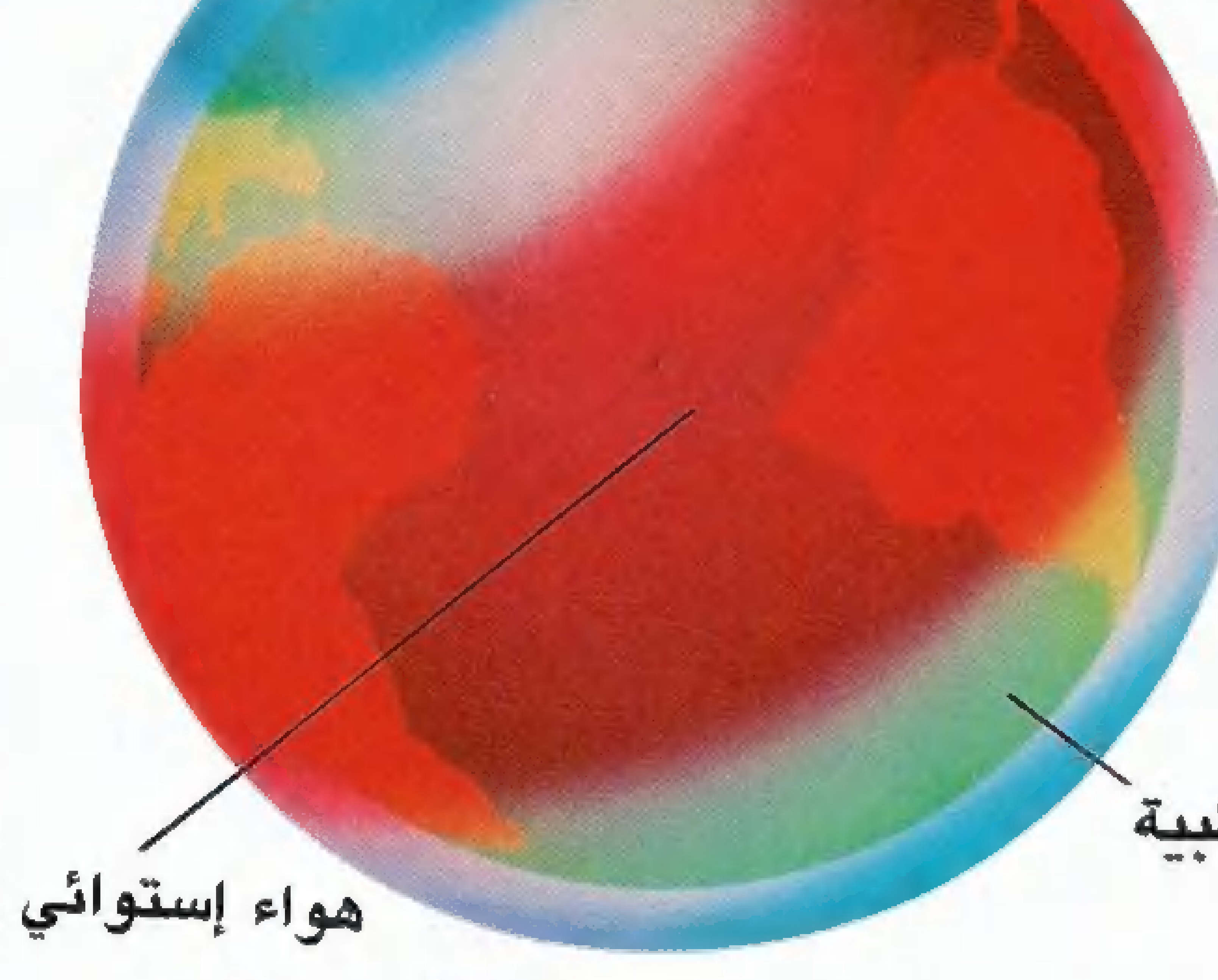
غير أنّ الضغطَ يتغيَّرُ وَفقًا لخصائصِ الكتلِ الهوائية. وهناك مناطقُ يتجاوزُ فيها الضَغط الجوي 1.013 مليبار: إنها مناطقُ الضغطِ المرتفِعِ أو «الإعصار المضاد»، ويَسُودُ فيها الطقسُ الجيّد. وفي مناطقَ أُخرى، يقلُّ الضغطُ عن 1.013 مليبار: إنها مناطقُ الضغطِ المنخفِض أو العواصف، وهي مسؤولةٌ عن الطقس الرديء.



في أيام الصيف المشمِسَة، حيث لا غيوم تذكَر في السماء، لا يعترض أي حاجز أشعّة الشمس في طريقها إلى سطح الأرض، فتضربه بكل قوّتها: يا للحرّ! هذا ليس بالأمر الغريب، إذ يجب الأخذ بعين الإعتبار أنه في يوم غائم تستطيع الغيوم ترشيح أكثر من 80% من حرارة الشمس.



إن خطوط تساوي الضغط الجوي هي على الخريطة الخطوط التي تصل بين النقاط التي يسود فيها الضغط الجوّي نفسه. وللتنبّؤ بالطقس، يجب مراقبة مناطق الضغط المرتفع (أ: إعصار مضاد) ومناطق الضغط المنخفض (ب: عاصفة).

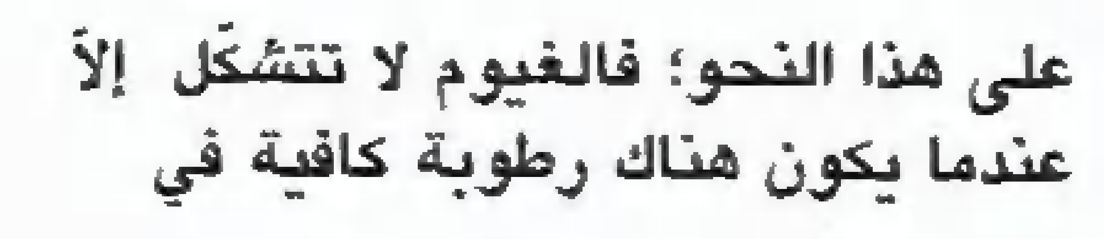


إلى اليمين، يمكن رؤية كيفيّة تشكّل ثلاث كتل هوائية كبيرة في كلٍّ من نصفَي الكرة الأرضيّة: هواء المنطقة القطبيّة، والهواء القطبي، والهواء الإستوائي.



يستعمَل جهاز الباروميتر لقياس الضغط الجوّي. **أ.** إذا كان الطقس جيّدًا ونزلت الإبرة فجأة، يعني هذا أن المطر قريب. **ب.** إذا كان الطقس جيّدًا وهبطت الإبرة ببطء وانتظام، فهذا يعني أن الطقس الجيد سوف يستمرّ.





الطقس المشمس **1** مستقرّ جدًا، واليوم الذي يبدأ صافيًا ومشمسًا يستمرّ عادة على هذا النحو؛ فالغيوم لا تتشكّل إلاّ عندما يكون هناك رطوبة كافية في الهواء وحركة كافية في طبقات الهواء للسماح للرطوبة بالصعود في الجو **2**

كيف تهُبّ الرياح

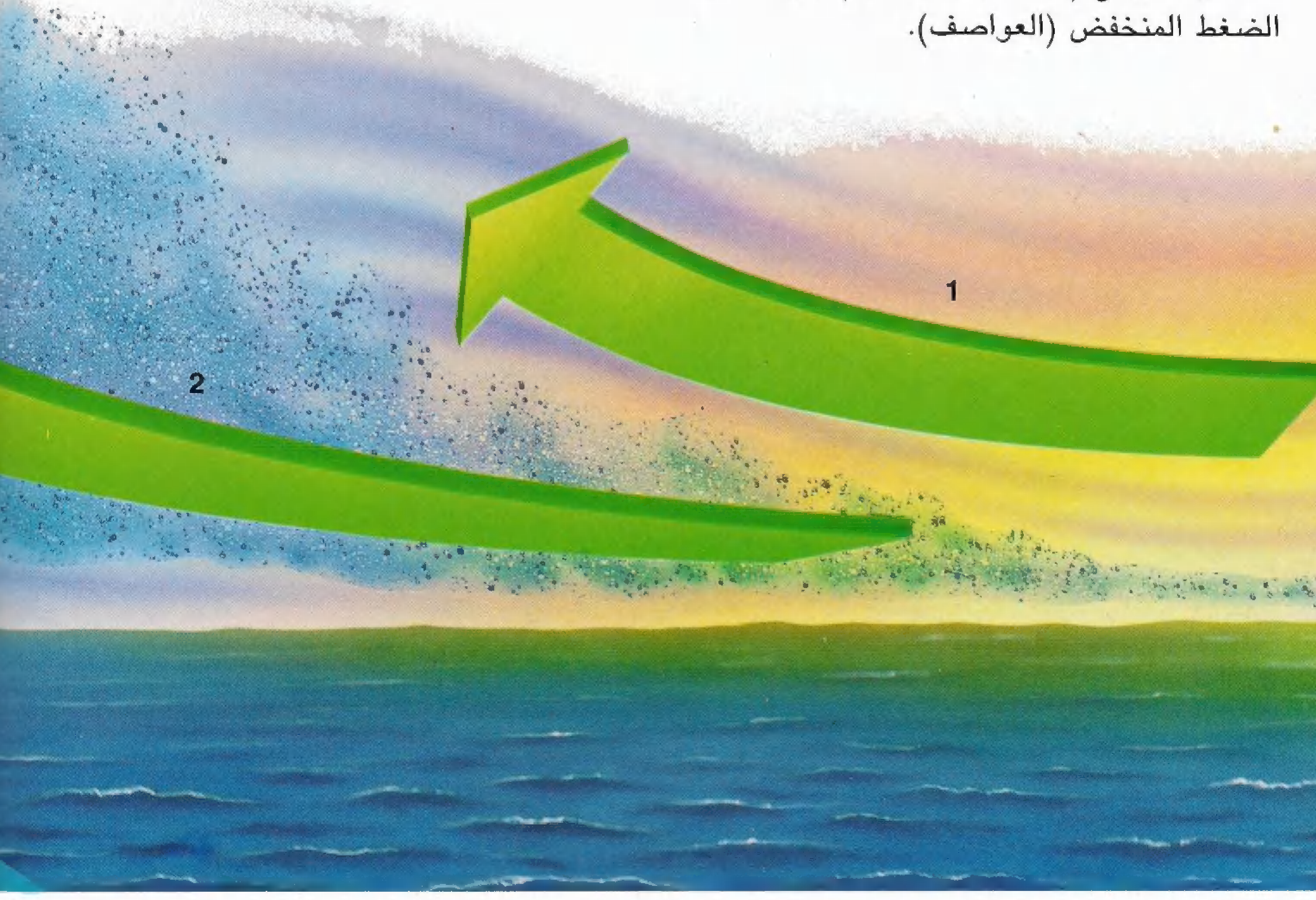
إلى أين يذهبُ بُخار الماءِ بعد صُعوده في الجوّ؟

تتوقّفُ رِحلةُ بُخار الماء على الريح، والريحُ هي الهواءُ المتحرّك.

بعد أن تتشكّلَ الكتلُ الهوائيّة، تسيرُ هذه الكتلُ وتتغيّرُ خصائصُها أثناء الرحلة. فعلى سبيل المثال، إذا مرّت كُتلةٌ من الهواء الجافّ فوق سطحِ المُحيط، فإنها تحمِلُ معها تدريجيًّا كمياتٍ متزايدةٍ من الرُطوبة.

تَهُبّ الريحُ نتيجةَ اختلافِ الضغطِ في مكانين مختلفين، إذ أنّ الكُتلَ الهوائيةَ تنتقلُ من أماكنِ الضغطِ المرتفع (الأعاصير المضادة) إلى أماكن الضغط المنخفض (العواصف).

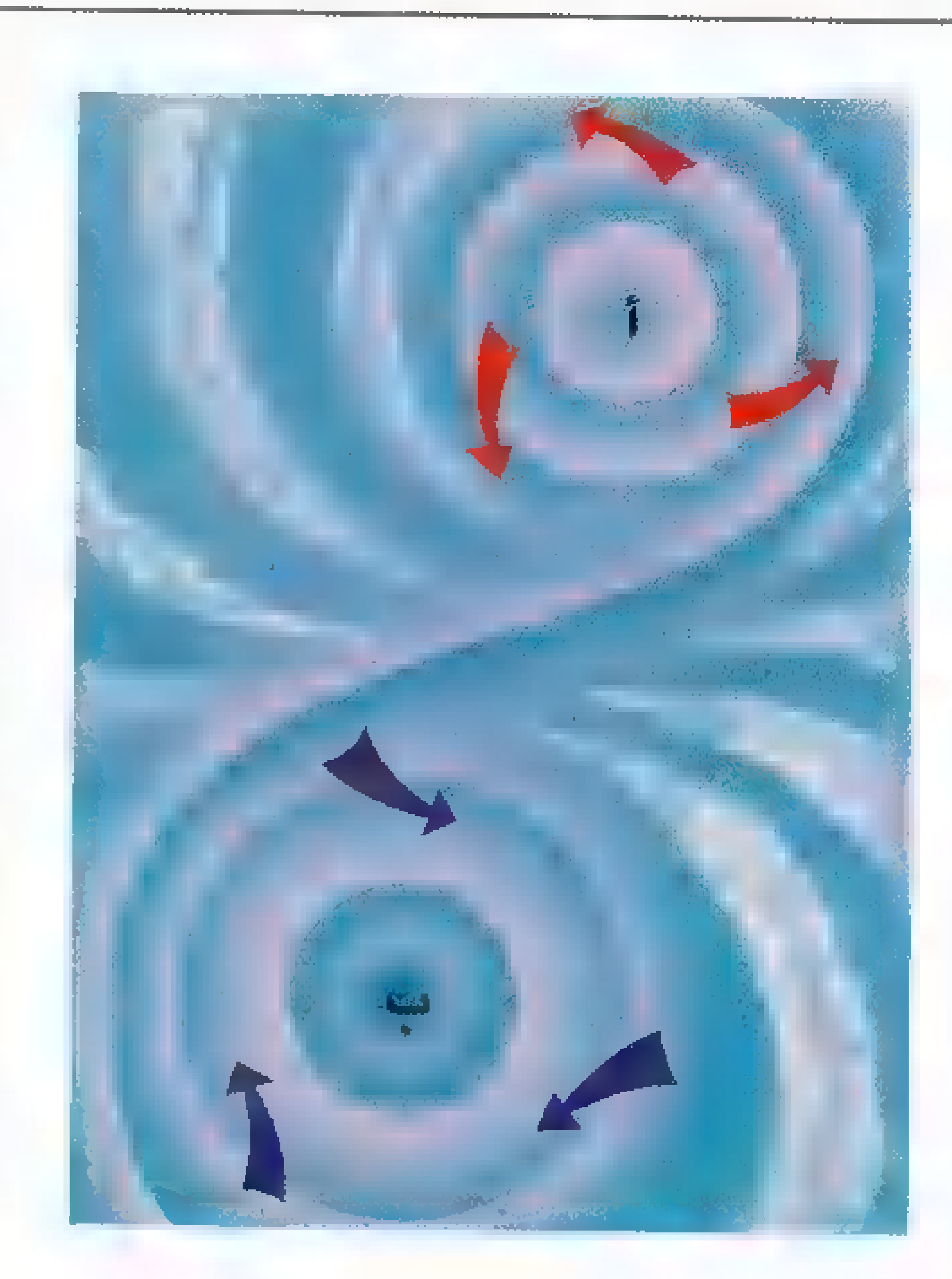
يَميلُ الهواءُ الدافىءُ في المناطقِ القَريبَةِ من خطّ الاستواءِ إلى الصّعودِ في الجوّ، نظرًا لخفّتِه وارتفاعِ درجةِ حرارتهِ؛ من جهةٍ أخرى، يتشكّلُ في الأماكنِ القريبةِ من المناطق القُطبية (نظرًا لدرجات الحرارة المنخفضة) هواءٌ باردٌ وكثيفٌ يميل إلى الهُبوط. إن الهواءَ الباردَ أثقلُ وزنًا من الهواء الدافىء، وعندما يهبطُ الهواءُ البارد، يتسبَّبُ بارتفاعِ ضغطِ الجوّ؛ من جهةٍ أخرى، عندما يرتفعُ الهواءُ الدافىء، يؤدّي إلى انخفاض ضغط الجوّ.



عندما تهب الريح، تبدأ الكتَل الهوائية برحلة قد تغطّي مئات الكيلومترات.

يجب الأخذ بعين الإعتبار أن الطقس الذي يسود منطقة معيّنة يتوقّف على

الكتلة الهوائية المتواجدة فوق أراضي تلك المنطقة. ويرتبط أيضًا



أنظر إلى اليمين كيف ينتقل الهواء البارد القادم من القطبين باتجاه خَطّ الاستواء، والعكس بالعكس. إلاّ أن دوران الأرض يؤدّي إلى تشكّل ثلاث خلايا مختلفة من الحَمْل الحراري في كلٍّ من نصفَي الكرة.

يتحرّك الهواء دائمًا من الإعصار المضاد (أ) إلى العاصفة (ب).



وردة الرياح

الشمال

السيبيريّة (ريح شماليّة شرقية)

الشرق

الشلوق (أو الشرقيّة)

الجنوب

الغربيّة (ريح جنوبيّة شرقيّة)

الغرب

المسترال (ريح شمالية غربيّة)

الطقس باتجاه هبوب الريح: على سبيل المثال، في المناطق المعتدلة،

تأتي عادة الرياح الغربيّة محمَّلة بالأمطار والعواصف.

1 تتحرّك الريح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.

2 بخار الماء.

تكوّن الجبهة

من أين يأتي الطقس الرديء؟
ينتجُ الطقسُ الرديءُ عادة عن مناطقِ الضغطِ المنخفض، خاصةً في فصلِ الشتاء.

وكما رأينا سابقاً، تتحرّكُ الكتلُ الهوائيةُ بفِعلِ دَفْعِ الريحِ لها، ما يجعلُ من الممكن إلتقاءَ كتلتَيْن هوائيتين مختلفتين. وعندما تصطدمُ كتلةٌ هوائيةٌ ساخنةٌ (أو دافئة) مع كتلةٍ هوائيةٍ باردة، يُطلَق على منطقةِ التماس إسمَ الجَبْهة.

يُمكن تمييزُ نوعَيْن رئيسيَيْن من الجَبهات: الجبهاتِ الباردةِ والجبهاتِ الساخِنةِ (أو الدافئة). يتشكّلُ العديدُ من الأعاصير فوق المحيطات، حيث تلتقي الكُتلُ الهوائيةُ الباردة (والجافة)، القادمةُ من المناطقِ القطبية، بالكتلِ الهوائيةِ الدافئة (والرطبة)، القادمةِ من المِنطقة الاستوائية. ويبدأُ الإعصارُ بالتشكُّلِ عندما يصعدُ الهواءُ الإستوائيُّ الحار فوق الهواء القطبي البارد، فتتكوَّنُ بالتالي مِنطقةٌ من الضغطِ المنخفِض.

ونتيجةً لذلك، تبدأ الرياحُ بالدوران حول مركزِ الضغطِ المنخفض وتتكوّنُ جبهةٌ ساخنةٌ وجبهةٌ باردة.



يُمثِّل الرسم البياني أعلاه عمليّة تشكُّل العاصفة، خطوة خطوة:

1 تتشكّل جبهة قطبيّة بسبب تصادم كتلة هوائية استوائية دافئة وكتلة هوائية قطبية باردة.



تؤمّن أقمار الرصد الجوّي (أ) المعطيات بطريقتين مختلفتين: (ب) ثابتة على علو 35800 كم فوق خط الاستواء؛ (ج) في مدار قطبي (تدور حول الأرض من قطب إلى آخر) على ارتفاع 1400 كم.

تجمع مناطيد الرصد الجوّي معطيات تتعلّق بالضغط ودرجة الحرارة ورطوبة الجو.

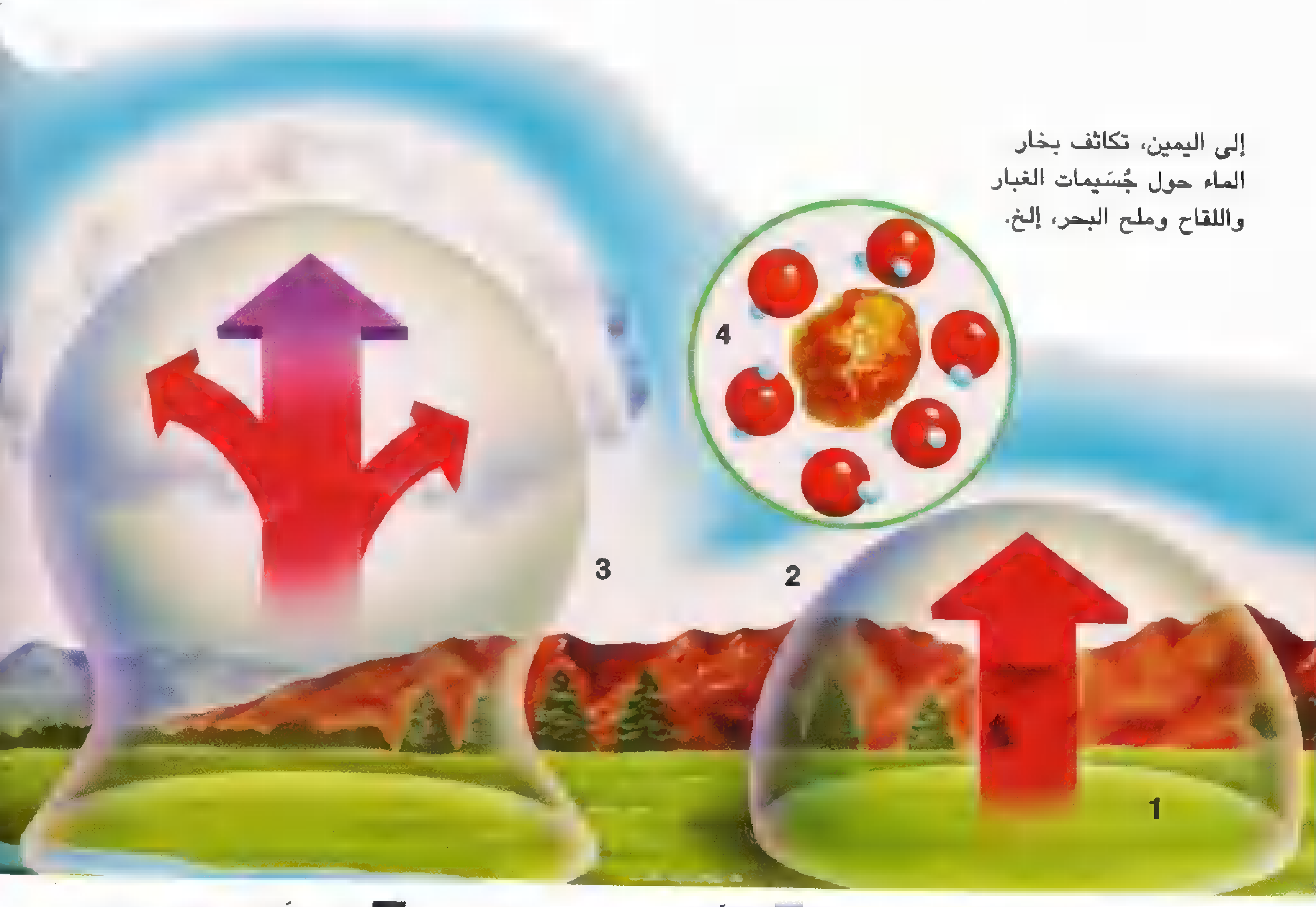
2 تتشكّل منطقة ضغط منخفض، وتبدأ الكتلتان الهوائيتان بالدوران حولها بفعل ظاهرة كوريوليس الناتجة عن دوران الأرض حول نفسها.

3 تتكوّن الجبهتان، الدافئة والباردة، وتبدآن بالتحرّك باتجاه الشرق.

تَشَكُّل الغيوم

كيف يتحوّلُ بُخار الماء إلى غُيوم؟

يحتوي الهواءُ عادةً على كميّةٍ كبيرةٍ من الماء، لكننا لا نستطيعُ رؤيةَ الماء لأنه يكون على شكل بُخار. وعندما يبرُدُ بُخارُ الماء بدرجة كافيّة، يتكثَّفُ فيُصْبِحُ قُطَيْراتٍ من الماء تشكّلُ الغيومَ والضباب. وفي معظم الحالات، يبردُ الهواءُ نتيجةَ ارتفاعِه في الجوّ وتمدُّده. ومع تبرُّدِ الهواء، تتكاثفُ الرُطوبة التي يحتوي عليها، نظرًا إلى أنه كلما برد الهواء، قلّت كميةُ بخار الماء يستطيعُ حَمْلَها. وفي نهاية المطاف يصلُ الهواء، إلى الحدّ المعروف «بنقطة النَدى»، وهو الحدّ الذي لا يمكن للهواء عند تجاوزه حمل مزيد من بخار الماء، فيتكاثفُ بُخار الماءِ مكوّنًا قُطَيْراتِ ماءٍ صغيرةٍ جدًّا. وعندئذٍ نشاهد الغُيومِ في السماء! لكن، بُخارَ الماءِ لا يُشكِّل قُطَيْرات ماءٍ إلاّ عند وجود عددٍ كاف من الجُسَيْمات الصلبة (من غبارٍ ودُخانٍ ولِقاحِ الزهر وملح بحري، إلخ.)، التي يطلَق عليها إسم «نوى التكاثف»، لكي يتكثّف حولها.



إلى اليمين، تكاثف بخار الماء حول جُسَيمات الغبار واللقاح وملح البحر، إلخ.

تظهر الغيوم عندما يبرد الهواء وتهبط درجة حرارته تحت نقطة الندى، فيتحوّل بخار الماء الذي يحتويه إلى قطيرات ماء صغيرة تبدأ بالتكاثف.

1 تسخُن منطقة حارة على سطح الأرض الهواء الممتدّ فوقها.

2 تتكوّن فقّاعة من الهواء الدافىء، ترتفع شيئًا فشيئًا في الجو.

1

2

3

1. السِمحاق أو الطخاء أو الطَحاف: غيوم صغيرة، مرتفعة، رقيقة ومستطيلة، مؤلّفة من بلورات جليد صغيرة.

2. السِّمْحاق الطبقي: طبقات رقيقة من بلّورات الجليد.

3. السِّمْحاق الركامي: تتحوّل قطرات الماء إلى بلّورات جليد عند وصول الهواء إلى إرتفاع معيَّن.



تتشكّل السحب الركاميّة (أو الركام) cumulus نتيجة تسخين أشعة الشمس لسطح الأرض وارتفاع الهواء الساخن. يرتفع هذا الهواء المحمّل بالرطوبة وسط هواء أكثر برودة، فيتكاثف بخار الماء ويشكّل غيومًا.

5

1 أثناء صعود الهواء في الجو، يتمدّد ويبرد ببطء وبالتدريج.

4 عندما تبرد فقّاعة الهواء، يكوّن بخار الماء قطيرات ماء حول نوى التكاثف.

5 وأخيرًا، تتشكّل الغيمة.

عندما تقترب جبهةٌ دافئة

عندما يقترب إعصارٌ أو عاصفة، تظهرُ أولاً، وفي جميعِ الحالاتِ تقريبًا، جبهةٌ دافئة، محمَّلةٌ بهواءٍ ساخنٍ ورَطْبٍ قادمٍ من المناطقِ الاستوائية.

يتكاثفُ هذا الهواء، فيكوِّن غيومًا أثناء صعوده فوق طرف الهواءِ الباردِ القادمِ من المناطق القطبيّة.

وأثناء اقتراب الجبهة الدافئة تحصلُ تغيّراتٍ يُمكنك أن تتحقَّقَ منها بنفسك. أولاً، يبدأ الضغطُ الجوّي بالإنخفاض على نحوٍ واضحٍ ومطّرد، ثم ترتفِعُ درجةُ الحرارةِ ونسبةُ الرطوبة، كما تنخفضُ الرؤيةُ وتشتدُّ قوّةُ الريح، التي تغيّر إتجاهها من الجنوب إلى الجنوب الشرقي

(ملاحظة: في نصفِ الكُرةِ الجَنوبي، تحدث تغيّراتُ الريح في الإتجاه المعاكس).

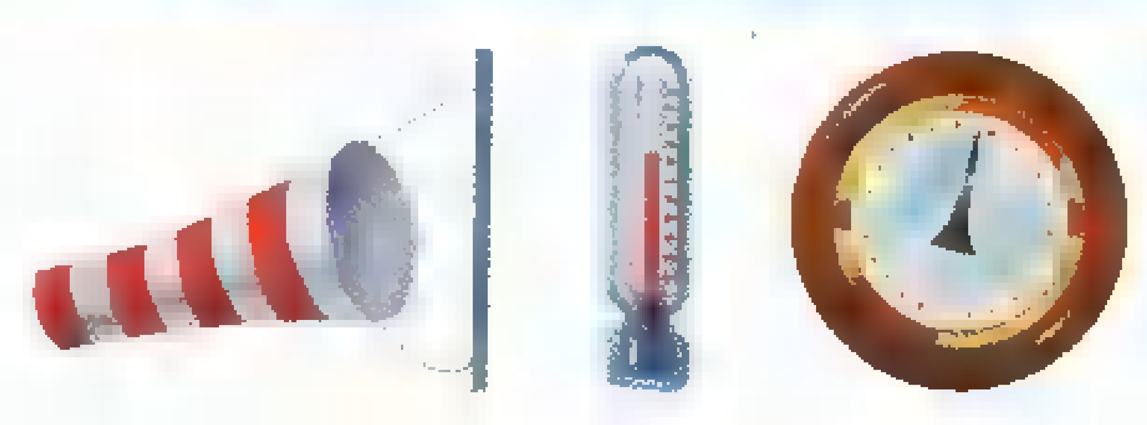
من ناحيةٍ أخرى، إذا نَظَرْتَ إلى السماء لمراقبة مرورِ العاصفة، فسوف ترى أنه في الجزء الأمامي من الجبهة تبدأ قِطَعٌ كبيرةٌ من السِمْحاق بالتكوّن في أعلى السماء: إنها سُحُبٌ تُنذِرُ بقدوم منطقة الضغط المنخفض (الطقس الرديء).

بعد ذلك، ومع تقدُّمِ الجبهةِ الدافئة، تستبدَل قِطعُ السِمْحاق «بحجابٍ» لبَنيّ المظهر مكوَّنٍ من سُحُبِ السِمْحاق الطبقي، التي تعتبَر مؤشّرًا واضحًا لاقتراب المطر.

2

1

3



نرى، هنا، سياق الأحداث أثناء مرور الجبهة الدافئة التي تأتي بالعاصفة.

1 يرتفع الهواء الدافىء فوق الهواء البارد.
2 يتسبّب الخسيف دائمًا بهطول الأمطار الأولى.



نرى في الكثير من الأحيان آثارًا في السماء خلّفتها محركات بعض الطائرات، التي تطلق مزيجًا من الغازات يحتوي على كمية كبيرة من بخار الماء.

مقياس المطر هو الجهاز الذي يسمح بقياس المطر المتساقط في مكان معيَّن.

1. **الطُخرور (سحاب طبقي متوسط):** يمكن لهذا السحاب أن يغطي كامل وجه السماء، لكنه يسمح بلمح الشمس.

2. **القَرِد (سحاب ركامي طبقي):** طبقة من الغيوم الرماديّة أو الضاربة إلى البياض، مع بعض المناطق الداكنة.

3. **الخَسيف (المزن الطبقي):** يتسبّب بهطول المطر أو الثلج.

4 **ينزل الهواء البارد تحت الهواء الدافىء.**

1 **عندما يبدأ السِّمْحاق الطبقي بالظهور في السماء، نتأكّد من اقتراب أمطار غزيرة.**

5 **غيوم سِمحاقيّة (طَخَائيّة) مستطيلة وممزَّقة.**

6 **منطقة هطول الأمطار.**

هُطول المطر

ماذا يحدثُ تمامًا داخل الغَيْمةِ عندما يبدأُ المَطَرُ بالهُطول؟

في الواقع، إن ملايينَ وملايين قُطَيْرات الماءِ الصغيرةِ وجُسَيْمات وبِلَّوْرات الجليدِ الموجودةِ داخل الغَيْمةِ هي صغيرةٌ لدرجة أنها تحتاج إلى زيادةِ حجمها قبل أن تتمكّنَ من السُقوطِ على شكل قَطَراتِ مَطر. ولتحقيق ذلك، يمكن للقُطَيْرات أن تنخرطَ في عمليّتَيْن مختلفَتَيْن: التكاثُف أو الاندماج.

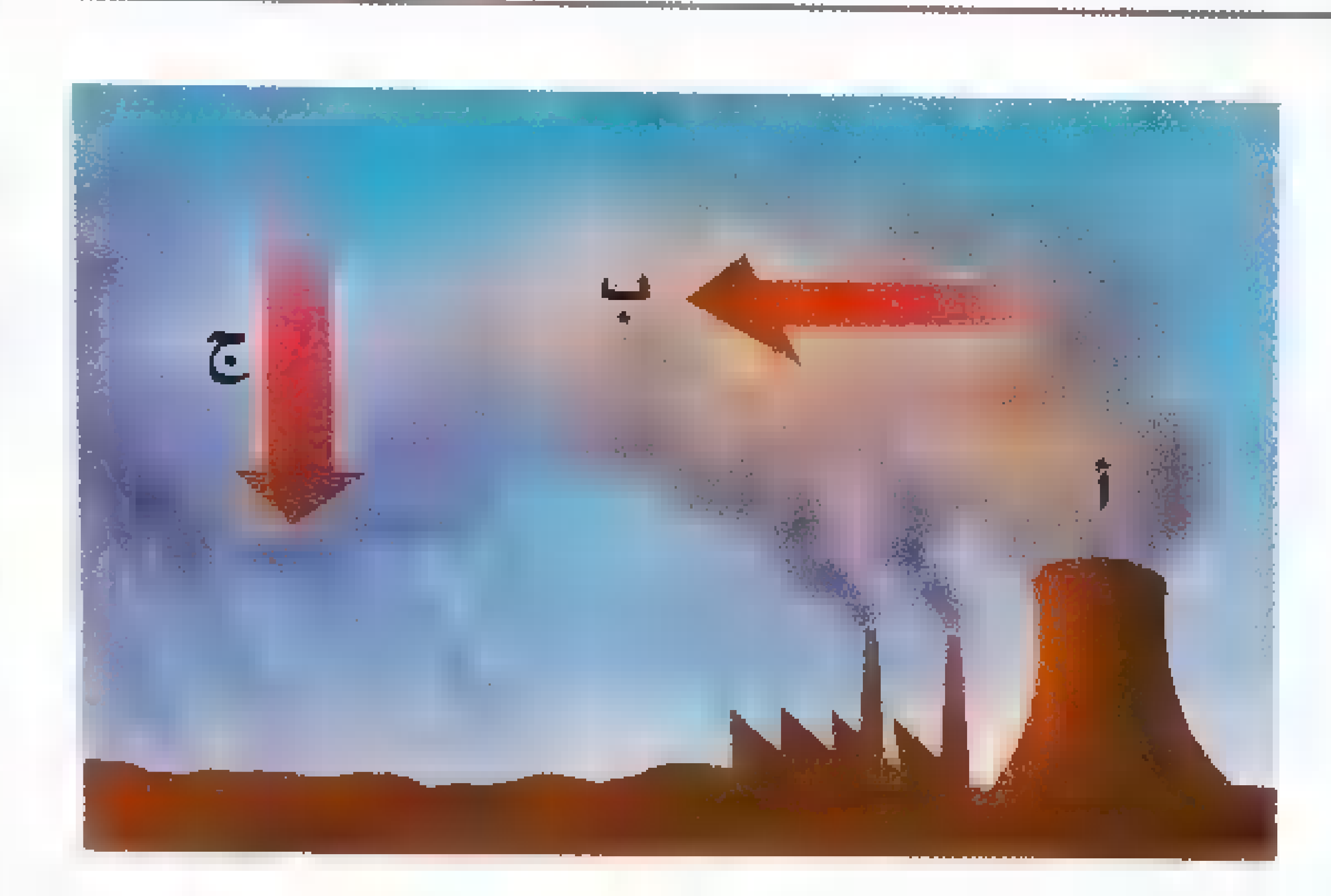
يحدُثُ التكاثفُ دائمًا داخلَ الغيومِ التي تحتوي على قَطَراتِ ماءٍ وجُسَيْمات جليد. وإذا صعدت الغيمةُ إلى ارتفاعٍ تهبط عنده درجة الحرارة تحت 0° م، يتجمّد عددٌ كبيرٌ من القَطَرات الموجودةِ في الغيمةِ وتتكوّن بلّورات جليد.

يتزايد حجمُ هذه البلّورات وتتحوّلُ في غضونِ دقائقَ قليلةٍ إلى كِسَفٍ أو نُدَفٍ ثلجيّة تبدأ بالتساقُطِ عبر الغيمة.

وعندما تعبُرُ نُدَفُ الثلج طبقاتِ الهواء الأشدّ حرارة منها، تذوبُ وتتحوّلُ إلى قَطَراتِ ماءٍ تسقُطُ بدورها إلى الأرض على شكل مَطَرٍ.



عندما يتجاوز قطر قطرات الماء الموجودة في الغيوم 0.1 مم، تبدأ بالسقوط لأنه ليس من تيّار هوائي صاعد يستطيع إبقاءَها معلقّةً في الجو. ويتراوح عادةً قطر قطرات المطر بين 1 و 5 مم. تنتج الأمطار الأكثر غزارة عن



ترتفع المواد الملوَّثة في الجو (أ). وبعد أن تنقلها الريح (ب) تسقط على شكل مطر حمضي (ج).



في المناطق التي تفتقر إلى الماء، يمكن التسبّب بهطول مطر إصطناعي (بواسطة طائرات، صواريخ، إلخ). عن طريق «تلقيح» الغيوم بجُسيمات من بخار الماء.

تدفَع قطرات الماء إلى الأعلى بفعل التيارات الهوائية الصاعدة؛ وأثناء ارتفاعها في الجو، تتصادم في ما بينها فتمتص القطرات الكبيرة منها القطرات الصغيرة. وعندما تصبح القطرات كبيرة الحجم بما فيه الكفاية، تبدأ بالهطول (يمين).

1 أ ب

الغيوم الأكثر إرتفاعًا وسوادًا، إذ أنها تقع على إرتفاع كافٍ يسمح بتشكّل قطرات المطر.

1 تشكُّل القطرات:
(أ) الإندماج بفعل تصادم قطيرات الماء الصغيرة.

(ب) تفكّك بلّورات الجليد عند إرتفاع حرارتها.

مُرور الجبهةُ الدافئة

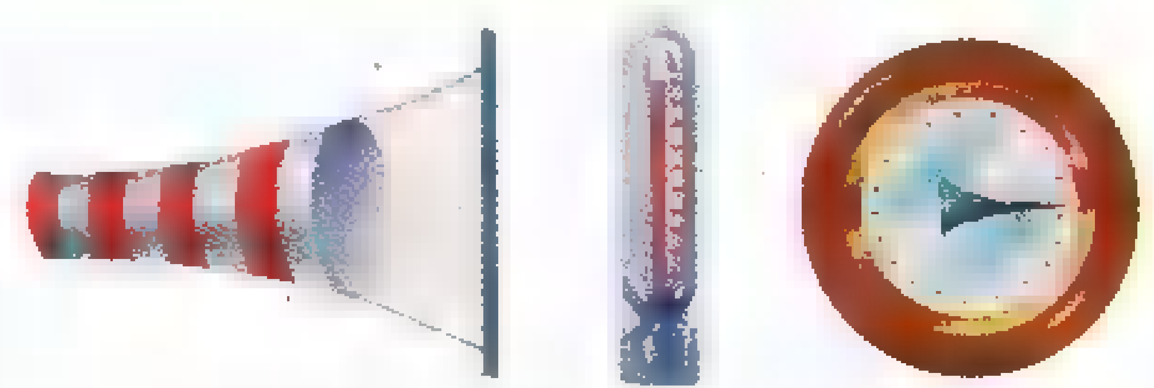
عندما نكونُ تحت تأثير جبهةٍ دافئة (أو ساخنة)، يُمكن للأمطارِ التي تجلِبُها الجبهةُ أن تستمرّ لساعاتٍ عديدةٍ. فتسقُط بشكلٍ متواصلٍ هَواطلَ تتراوحُ بين الرَذاذِ وزخّات المطر، يرافقها سوءٌ شديدٌ في الرؤية.

ومع مُرورِ الجبهةِ الدافئة، يستمرُّ الضغطُ الجوّي بالهبوط، وترتفعُ درجةُ الحرارة قليلاً، كما تزيدُ نِسبةُ الرُطوبةِ بشكلٍ مُفاجىء. ويُمكن أن تشتدَّ الريحُ قليلاً ثم تُغطّي سُحب الخَسيف وجه السماء. عندئذٍ، تسودُ فترةٌ وجيزةٌ من السُكون تسبِق وُصول الجبهة الباردة. ويبدو وكأن الطقسَ السيء يُريد أخذ بعض الراحة، إذ أن الطقسَ يتحسَّنُ في الظاهر، فيما تنخفِض سُرعة هُبوط الضغطِ الجوّي وتخفُّ قوّةُ الريح.

تتراجعُ الأمطارُ المتواصلة ويحلُّ محلّها رذاذٌ خفيف، وتحلُّ مكانَ الخسيفِ سُحب القَرِد (سحب ركاميّة طبقيّة) والرَّهَج.

من ناحيةٍ أخرى، تنقشعُ الغيومُ شيئًا فشيئًا، وقد تختفي تمامًا!

غيرَ أن هذا السكونَ لا يدومُ طويلاً..



تتحسّن الأحوال الجوّية بعد مرور الجبهة الدافئة. وهذا هو الوقت المناسب للإحتماء قبل وصول الجبهة الباردة.

1 تبتعد سحب الخسيف (المزن الطبقي) وتحل محلّها في السماء سحب الرَّهج والقرِد (سحاب ركامي طبقي).



الزوبعة «قمعٌ» يصل إرتفاعه إلى 200 متر. يهبط الهواء في مركز الزوبعة بينما يدور حوله تيّار هوائي صاعِد يدمّر كل ما يعترض سبيله.

2 تظهر بعض الإنفراجات في السماء.

3 بعد ذلك، يتوقّف المطر مؤقّتًا.

4 تبقى الرؤية سيئة.

5 ترتفع نسبة الرطوبة على نحو مفاجىء.

وصول الجبهة الباردة

ينقطعُ فجأةً السُكون الذي يلي الجبهةَ الدافئةَ عند وصول أوّلِ السُحب الرُكاميّة المزنيّة الكثيفة التي تُنذر بوصول الجبهة الباردة.

إن أوّلَ ما سوف تُلاحظه على الأرجح هو اشتدادُ البرد، نظرًا إلى هبوط درجة الحرارة بشكل مفاجيء.

بالإضافة إلى ذلك، وإذا كُنْتَ مُراقِبًا جيدًا، فسوف تنتبه إلى أن الريحَ تُغيِّر إتجاهَها من الجنوب الشرقي إلى الغرب أو الشمال الغربي. وإذا نَظَرْتَ إلى مقياس الضغط الجوي (البارومتر)، سوف تتأكّد من أن الضغطَ الجوّي يرتفعُ بسرعة.

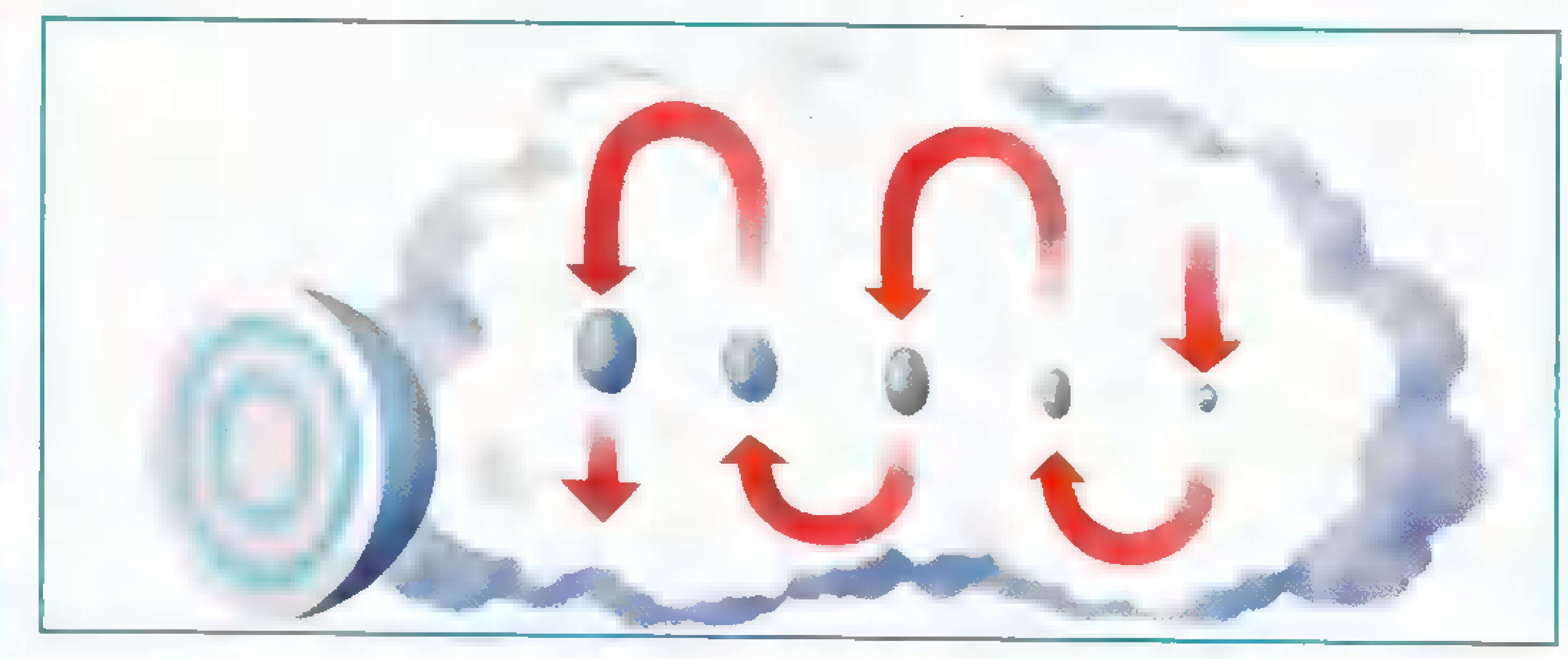
إلاّ أن الخاصيَّة الرئيسيّة التي تُميّزُ الجبهةَ الباردة هي الأمطارُ الغزيرةُ والعواصفُ الشديدةُ التي تتكوّنُ عندما يُجبِرُ الهواءُ الباردُ الهواءَ الدافئَ على الإرتفاع بسُرعةٍ كبيرة، فَتصُبُّ هذه العواصفُ كميّاتٍ هائلةٍ من الماء (وحتى البَرَد). لكن الأسوأ لا يستمرُّ عادةً أكثر من ساعةٍ واحدة. وتلاحظُ خلال ذلك الوقت أن الرؤيةَ قد تحسَّنت إلى حدٍ بعيد.



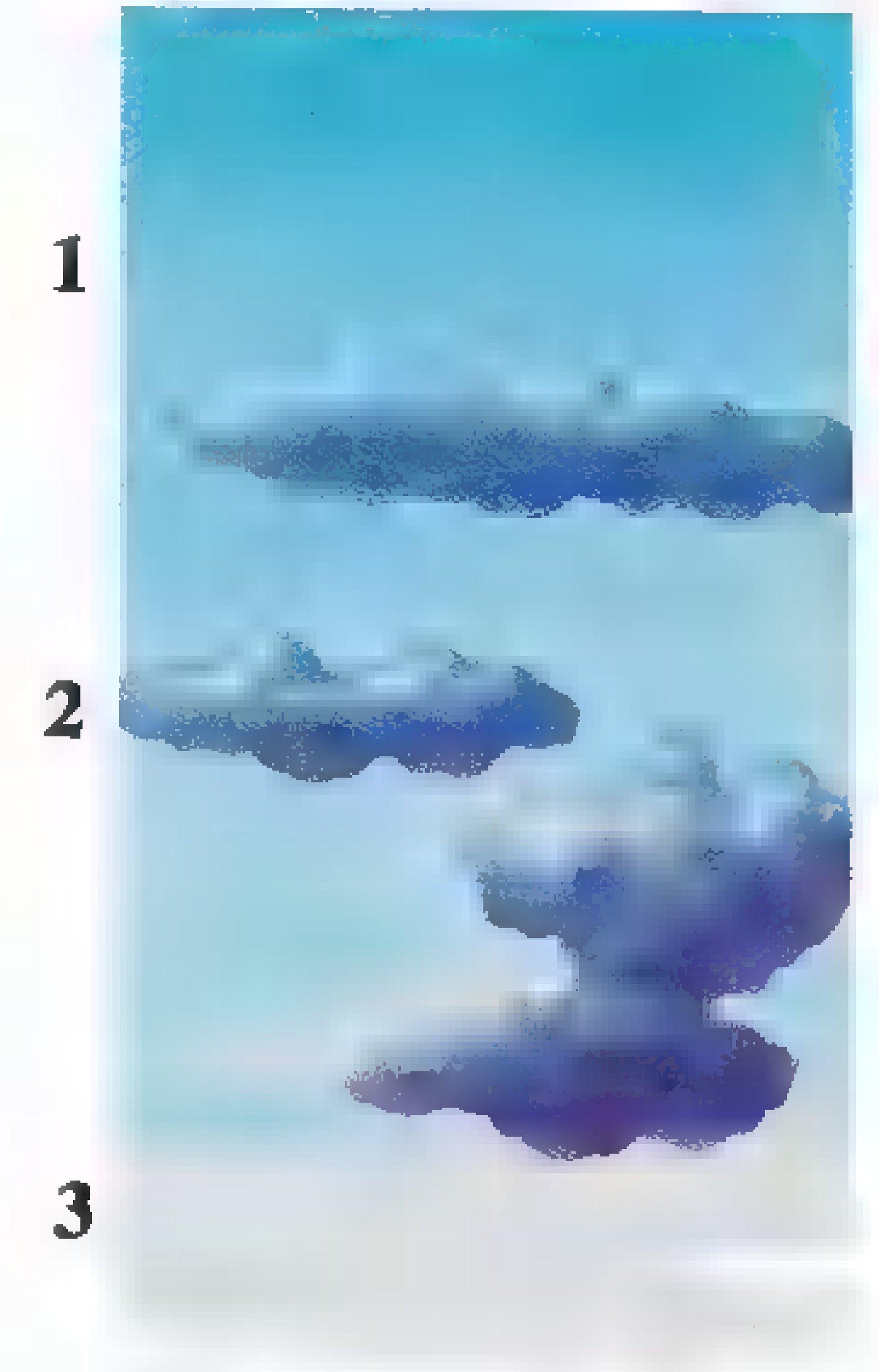
تحمل الجبهة الباردة رياحًا قويّة وغيومًا داكنة هائلة، تصبّ كمية كبيرة من الأمطار.

1 تهب في اتجاه الجبهة رياح شديدة وعاصفة.

2 يرتفع الهواء الساخن بسرعة كبيرة جدًا.



يتكوّن البَرَد داخل الركام المزني، حيث تجذب تيّارات هوائية قويّة قطرات الماء إلى إرتفاع عالٍ، فتتجمّد وتهبط من جديد. وتتكرّر هذه العملية عدة مرّات.



1. **القَزَع (سمحاق ركامي متوسِّط):** ينذر بالطقس السيىء.

2. **الركام (السحاب الركامي أو الكنهوري):** للسحب الركاميّة شكل مستدير وهي تنبىء بالطقس الجيد.

3. **الركام المزني:** غيوم داكنةٍ نموذجية تحمل معها العاصفة. ونظرًا لتسطُّح الجزء الأعلى من هذه الغيوم، فإن شكلها يشبه سندان الحدّاد.

3 ينزل الهواء البارد تحت الهواء الساخن فيجبره على الإرتفاع.

4 تصبّ سحب ركاميّة مزنية ذات لون رصاصي داكن أمطارًا غزيرة على طول الجبهة.

5 يمكن أن يتّخذ الجزء الأعلى من هذه الغيوم شكل السندان.

البرق والرعد والصواعق

عندما تَهُبُّ العاصِفةُ، تجري في الغُيومِ تيّاراتٌ صاعدةٌ قويّةٌ تؤدّي إلى تصادُمِ قَطَراتِ الماءِ وبِلَّوْرات الجليدِ ببعضها البعض.

ونتيجةً لهذه الظاهرة، تتولّد كميةٌ كبيرةٌ من الكهرباء الساكنة داخلَ الغَيْمة، ثم تتوزّعُ الشِحناتُ الكهربائيةُ فيُصبحُ الجزءُ العلويّ من الغيمةِ إيجابيًا بينما يُصبح الجزءُ السفليُّ منها سلبيًا.

تنجذبُ قاعدةُ الغيمةِ باتجاه الأرض (التي هي عادةً إيجابيّة الشحنة) ثم تُفرِّغُ الكهرباءُ بنفس الإتجاه على شكل صاعقة.

تُسخِّنُ طاقةُ الصاعقةِ إلى حدٍّ بعيدٍ الهواءَ الذي يُحيط بها، ما يجعلُه يتمدّد بسرعةٍ وينفجر: هذا الإنفجار هو الرَعْد.

ويُمكنكَ حســاب المسافةِ التي وقعت عليها الصاعقةُ بسهولةٍ كبيرة: عدّ الثواني التي تفصِلُ بين رؤيتكَ للصاعقة وسَماعك للرعد، ثم إضرب عدد الثواني بـ 340 فتحصل على المسافة التي وقعت عليها الصاعقة بالأمتار.

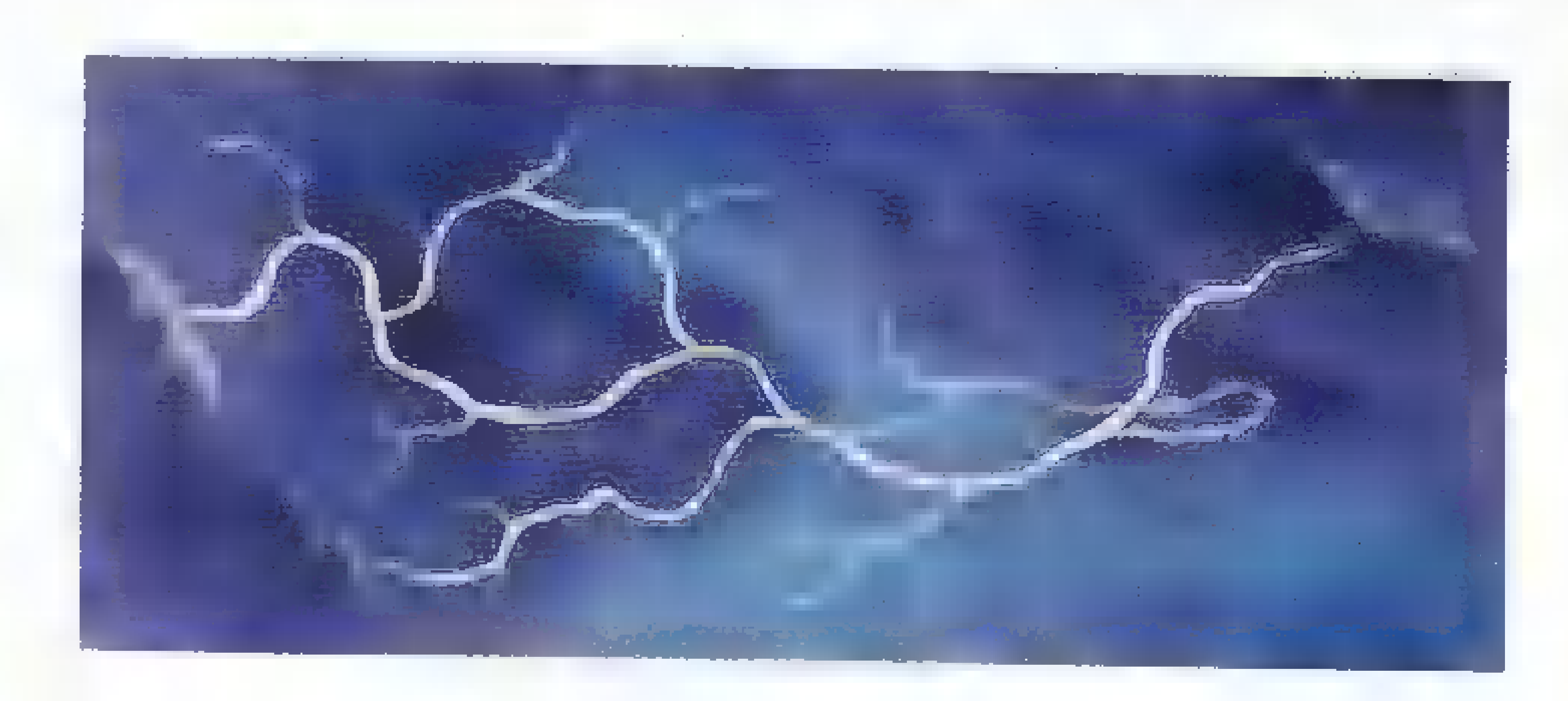


تطلِق الصواعق كمية كبيرة من الطاقة لدرجة أن الهواء المحيط بها يسخن إلى أكثر من 30 000 درجة.

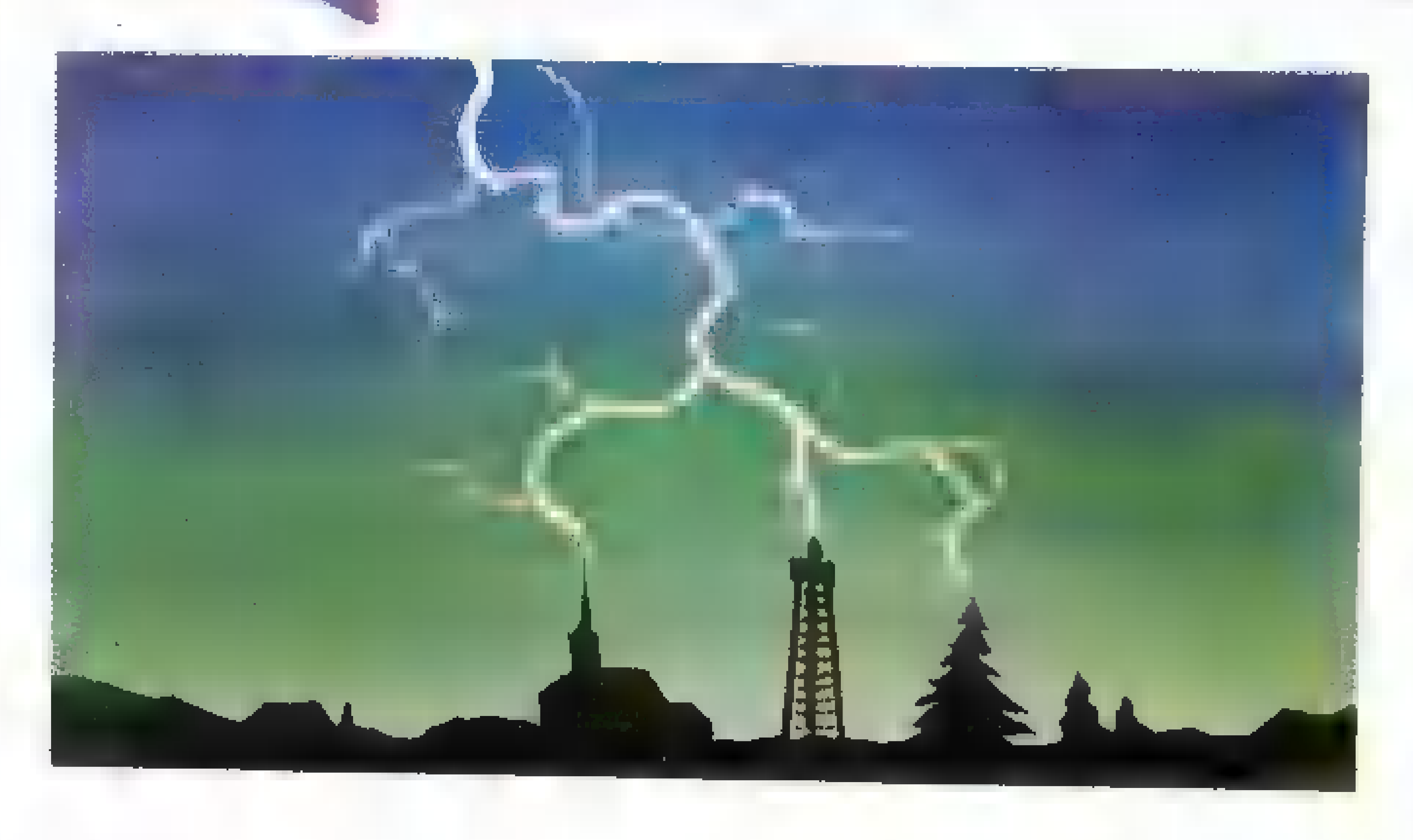
1 شحنات إيجابيّة.

2 شحنات سلبيّة.

3 تفريغ أولي يلعب دور «الشرارة الدليلية» للطريق الذي سوف تتبعه، بعد ذلك، الصاعقة أو البرق.



يُعطَى إسم «البرق» للصواعق التي يحصل فيها تفريغ كهربائي بين الغيوم أو بين نقطتين مختلفتين من نفس الغيمة.



تتبع الصاعقة دائمًا الطريق الأسهل والأقصَر من الغيمة إلى الأرض، لذا علينا تجنّب الأماكن الأكثر إرتفاعًا إذا وجدنا أنفسنا وسط عاصفة.

البرق الكروي هو تكوين كهربائي كروي الشكل، بطيء الحركة.

4 تفريغ سلبي من الغيمة باتجاه الأرض.

5 تفريغ إيجابي من الأرض إلى الغيمة (يولِّد طاقة تصل إلى 100 مليون ڤلط).

6 موجات تتسبّب بالرعد، الذي يمكن سماع صوته من مسافات بعيدة.

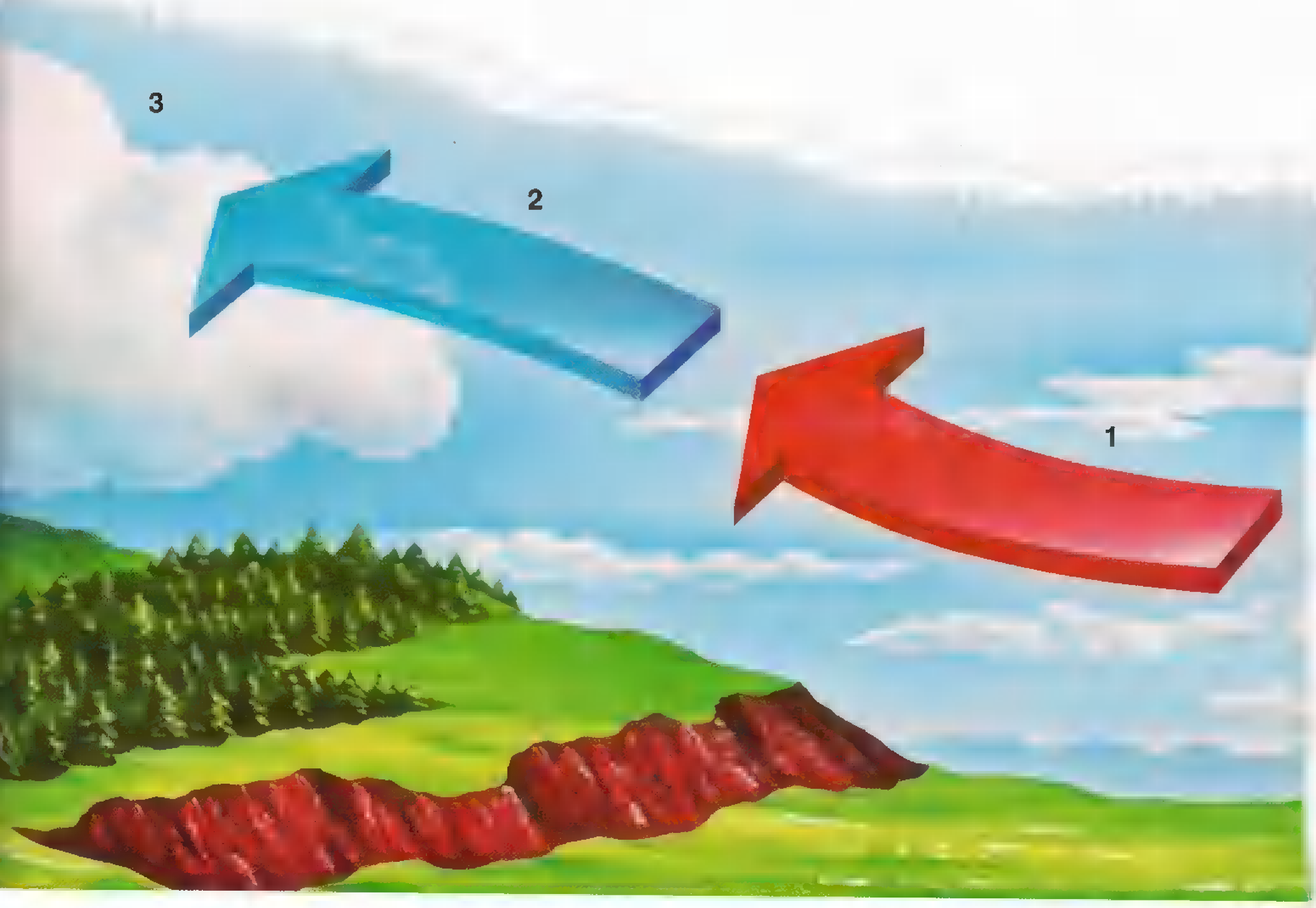
عندما ترتفعُ الغيوم فوق الجبال

ماذا يحدث إذا صادَفَت الكتلةُ الهوائيةُ جبلاً أثناء سَيْرِها؟

عندما تنتِقِلُ الكُتَلُ الهوائيةُ أفقيًّا، يحدُثُ أن تصلَ إلى مِنطقةٍ جبليّة وتضطَّر للصعود فوق السُفوح. ويؤدّي إرتفاعُ الكتلة الهوائيةِ إلى تبُّردِ الهواء وتكاثُفِ بُخار الماء، ما يتسبَّبُ بتشكّلِ الغيوم فوق سفح الجبل المعرَّض للريح. وعندما يكون التبرُّدُ الحاصلُ كافيًا، تسقُط الهواطلُ فوق تلك الجهة من الجبل.

وعندما تصلُ الكتلةُ الهوائيةُ إلى الجهةِ الأخرى من الجبل، تكونُ قد خَسِرت كلَّ بُخارِ الماءِ الذي كانت تحمِلُه.

ينزِلُ الهواءُ، بعد ذلك، على السفح الآخر من الجبل فينضغطُ ويَسخُن، الأمر الذي يؤدّي في الكثير من الحالات إلى حدوث «ظلّة مَطَريَّةٍ» في الجهة المقابلة لاتجاه الريح من السلاسل الجبلية الكبيرة. وهي ظاهرةٌ يمكن أن تؤدي إلى نشوء صحارٍ مثل صحراء باتاغونيا الواقعة في الجهة لمعاكسة لاتجاه الريح من سلسلة جبال الأنديز في أميركا الجنوبية.



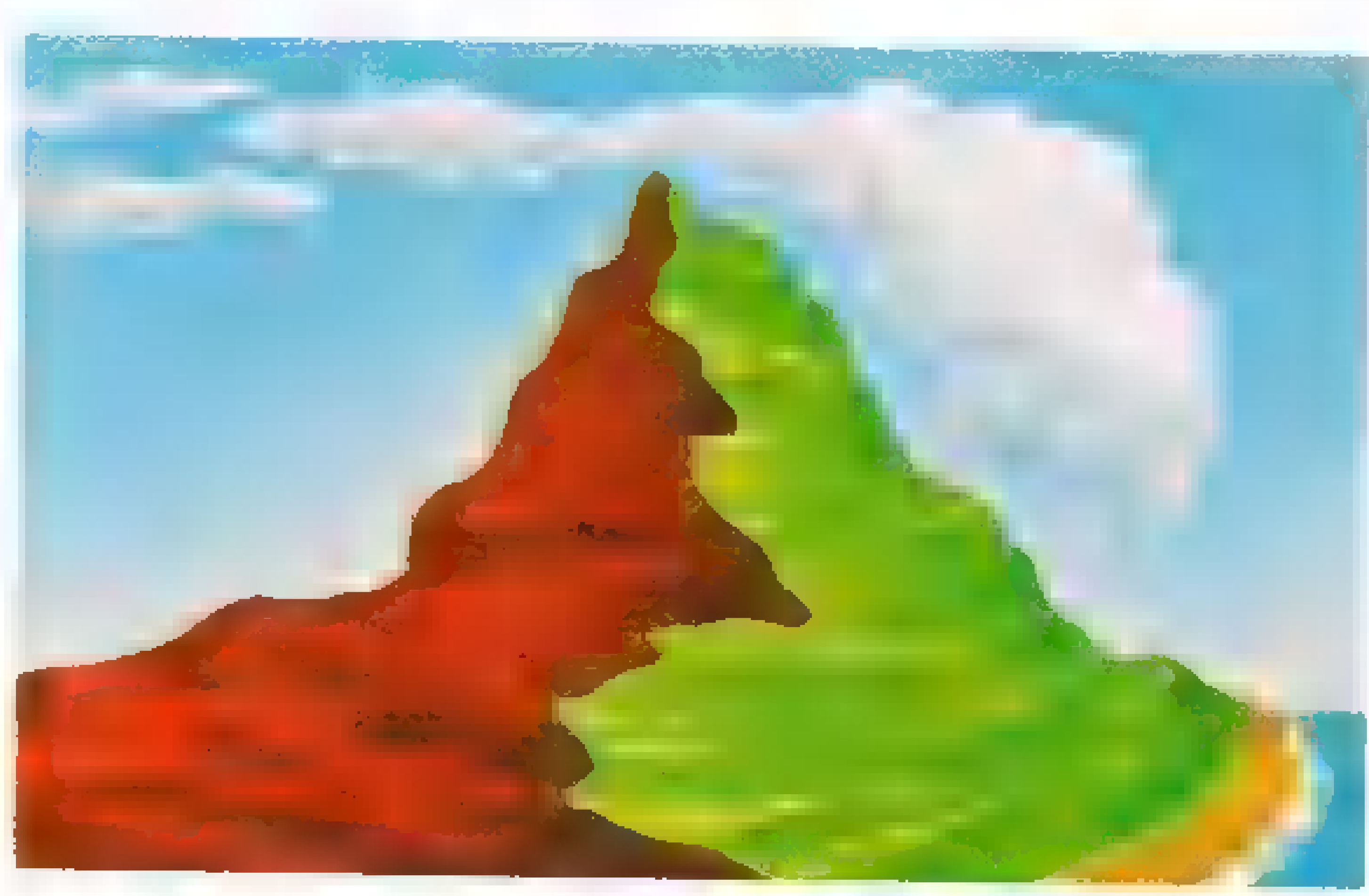
إن الأمطار الناتجة من وجود جبل يجبر الكتلة الهوائية على الإرتفاع تسمى «الأمطار الجِباليّة».

1 هواء ساخن ورطب.

2 يُجْبَر الهواء على الصعود فتهبط درجة حرارته بالتدريج.



إن الجهة المقابلة للريح (يسار) هي التي تتلقّى كل المطر تقريبًا.



في المناطق الواقعة في الجهة المعاكسة لاتجاه الريح. من سلسلة جبليّة كبيرة، تتشكّل في الكثير من الأحيان منطقة صحراوية، نتيجة حؤول الجبال العالية دون وصول بخار الماء الموجود في الهواء.



تتشكّل قطرات الندى نتيجة انخفاض درجة حرارة طبقة الهواء القريبة من سطح الأرض أثناء الليل.

4

3 مع إبتراد هذه الكتلة الهوائية الكبيرة، يتكاثف بخار الماء الموجود في الهواء.

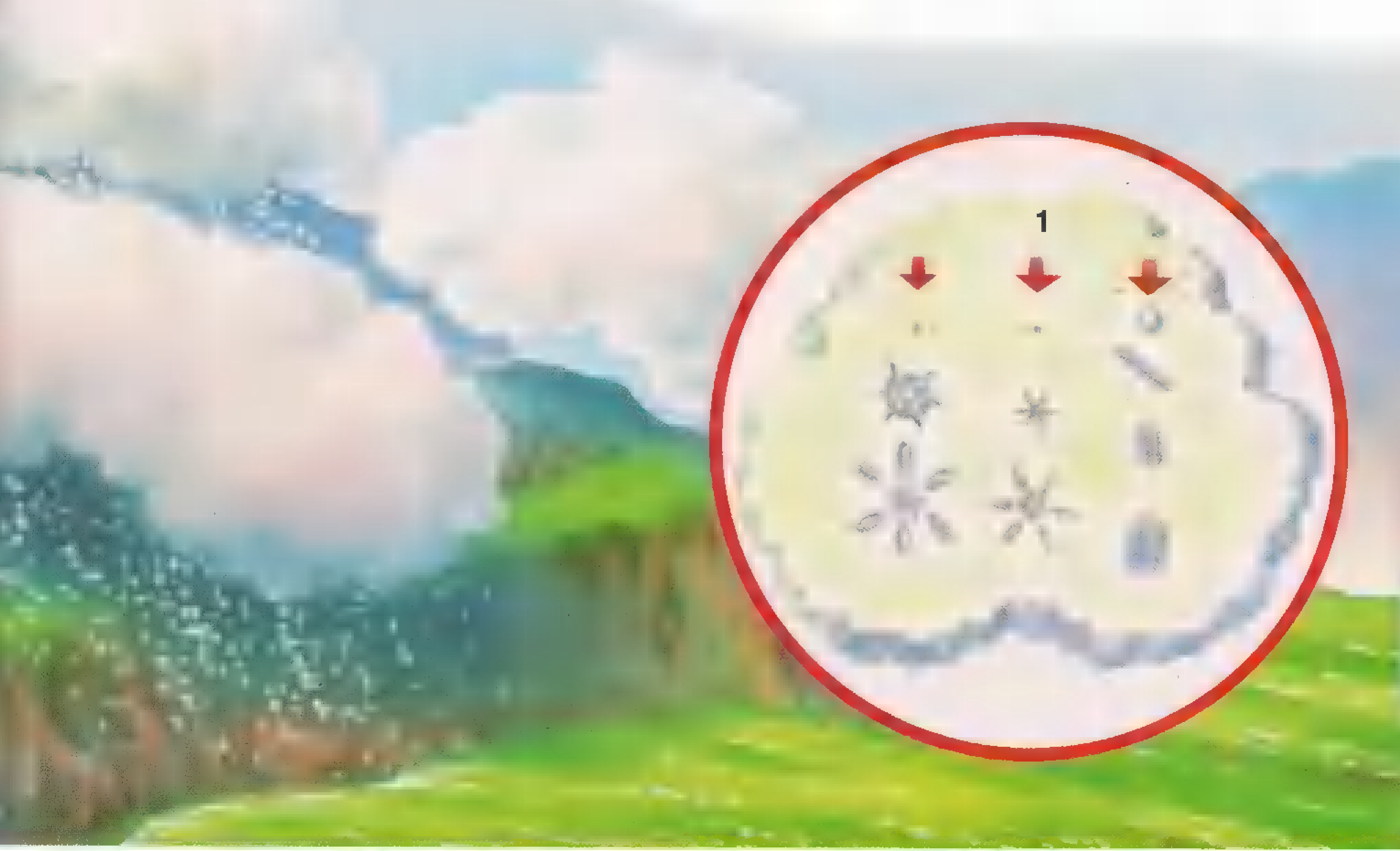
4 يؤدي ذلك، على الفور، إلى هطول أمطار غزيرة على السفح المعرَّض للريح.

ثلوجٌ فوق القمم

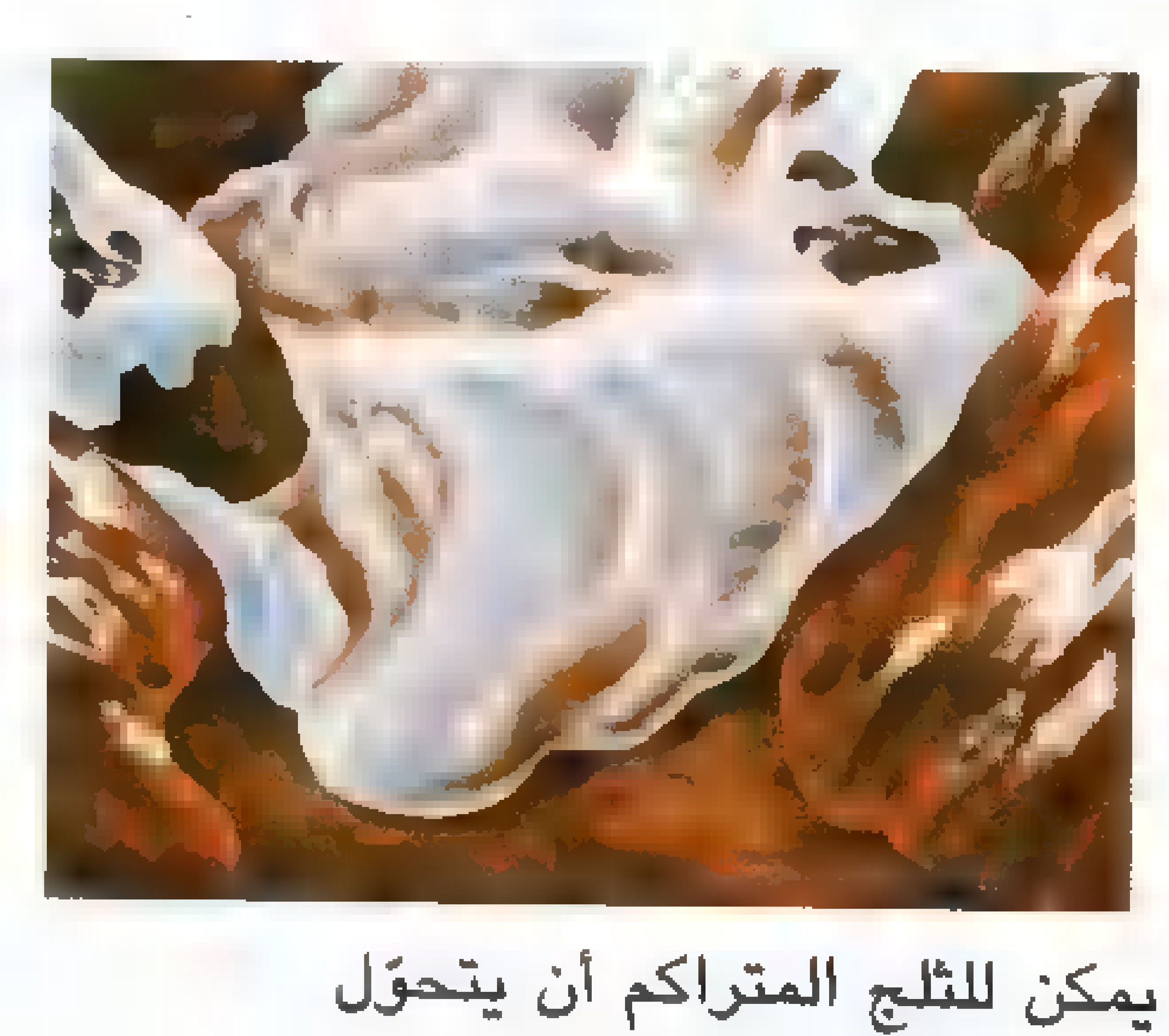
كيف يتكوّن الثلج؟

عندما ترتفعُ الغيوُم فوق الجبال، تتسبَّبُ بتساقُطِ ثلوج كثيفة فوق قممها. والواقع أن الثلجَ يستاقطُ عندما يكونُ الهواءُ باردًا بما فيه الكفاية بحيث يَصل ندَفُ الثلجِ إلى الأرضِ قبل ذَوَبانها. تتساقطُ معظمُ الثلوجِ عندما تكونُ درجةُ حرارةِ الهواء حوالي 0° م، إلاّ أنه قد يبدو من الغريب ألاّ يتساقطُ الثلجُ عندما يكون الجوُّ شديدَ البرودةِ (عدة درجات تحت الصفر)، وذلك لأن الهواءَ المفرِطَ البرودةِ لا يحتوي على ما يكفي من الرُّطوبة).

يسقُطُ الثلجُ عادةً على شكل نُدَف. وتتشكّلُ النُدَفُ عندما تترطَّبُ البِلَّوْرات وتتصادمُ فيما بينها ثم تتجمّدُ معًا من جديد. ولا بد أنك انتبَهْتَ إلى أن الهواطلَ تبدأُ في الكثير من الحالات على شكل مَطَرٍ (عندما تكون درجة الحرارة 3 إلى 4° م)، لكن مع اقتراب درجةِ الحرارةِ من 0° م، يبدأُ جَمَدُ المَطَر (أو القَطَقَط أو الخَشَف) بالتساقط. من جهةٍ أخرى يمكن أن تسقطَ الهواطِلُ في بعض الحالات على شكل ثلجٍ حتى مسافة قصيرة من مستوى سطح الأرض، لكن قبل بُلوغ الأرض، يذوبُ هذا الثلجُ ويتحوّلُ إلى مطرٍ. يا لخيبةِ الأملِ!



يتوقّف حجم وشكل بلّورات الثلج على عدة عوامل: الإرتفاع، ومدى تشبّع الغيمة، ودرجة الحرارة تحت الصفر. عندما تتكوّن البلّورات في درجات حرارة منخفضة، تتخّذ شكل مواشير (البلّورات الموشوريّة)، في حين أن النُّدَف تتكوّن في درجات حرارة أكثر إرتفاعًا، أثناء سقوط النُّدَف باتجاه الأرض، يزداد حجمها تدريجيًا.



يمكن للثلج المتراكم أن يتحوّل إلى جليد وينزل باتجاه الوديان على شكل مَجْلَدات (أو أنهار جليدية).

تشكُّل الانهيار



1. تتراكم عدة طبقات من الثلج الواحدة فوق الأخرى.

2. تنشقّ الطبقة السطحيّة.

3. تسقط الكتلة بكاملها إلى أسفل المنحدَر.



تتكوّن هذه الغيوم الغريبة الشبيهة بالعدسات في جهة الجبل المعاكسة لاتجاه الريح، وهي تعرَف بالغيوم العدسيّة. وقد خلط الناس في بعض المناسبات بين هذه الغيوم والصحون الطائرة!

2

1 تتخذ نُدَف الثلج أشكالاً لا متناهية. لا تتألّف جميعها من ست جهات وتتكوّن من بلّورات جليد.

2 غالبًا ما تنفخ في أعالي الجبال ريح عاتية تزيد من الإحساس بالبرد حتى في الأيام المشمسة.

الطقس الرديء في البحر

ماذا يحدث عندما تهُبُّ العاصفةُ فوق البحر؟

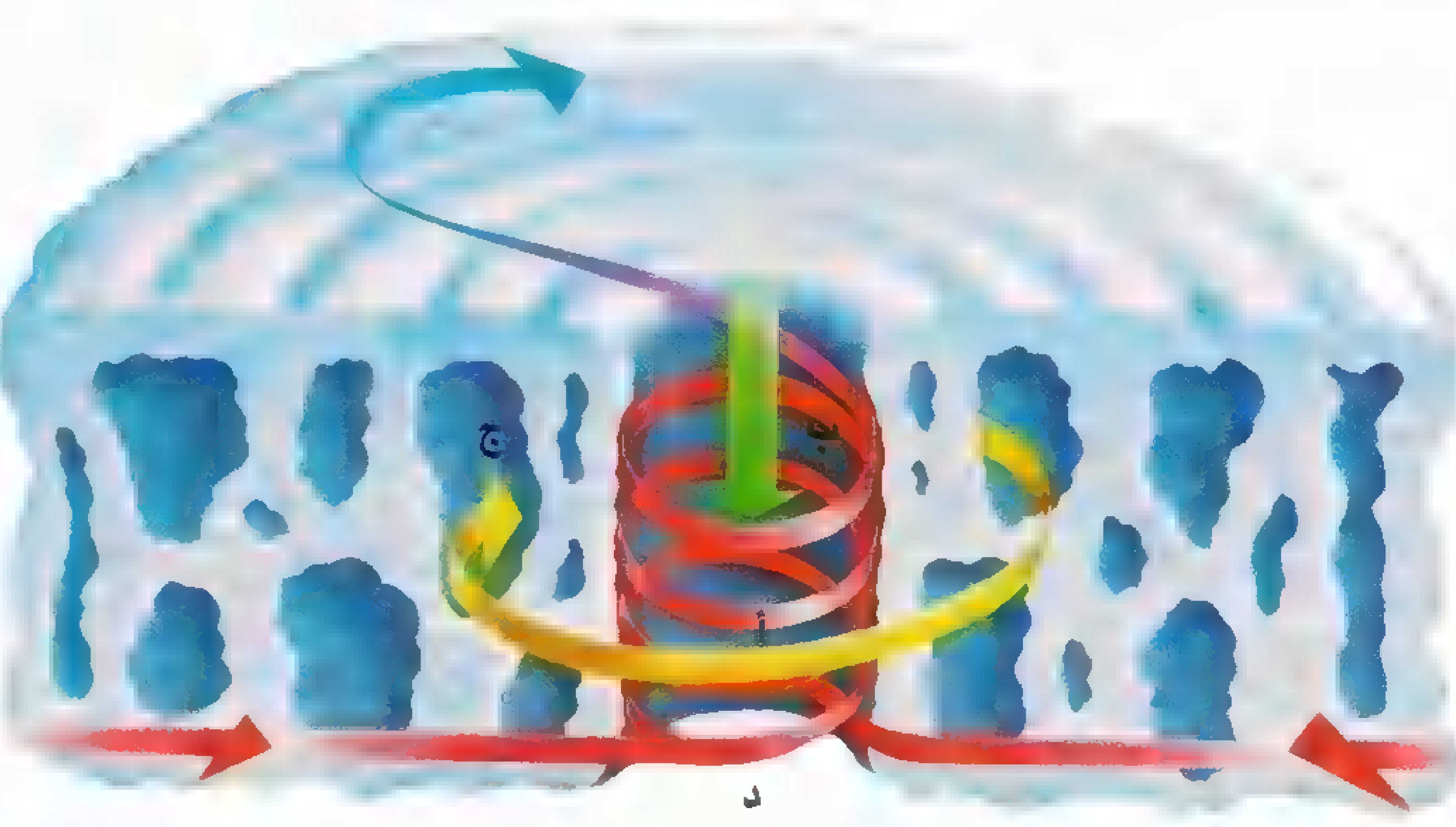
يتبعُ مُرورُ العاصفةِ فوق سطحِ البحرِ السياقَ الذي رأيناه سابقًا، لكن جميع الأمور تتعقّدُ في هذه الحالة نظرًا إلى أن قوةَ الريح تستطيعُ رَفْعَ أمواجٍ هائلة تشكّل بدورها خطرًا على المراكب والمناطق الساحليّة. تُزَمْجِرُ الريحُ، وترتفعُ الأمواجُ كجدرانٍ مائيةٍ مخيفةٍ وتحجُب الأمطارُ الغزيرة الرؤية على مسافةٍ بعيدة.

في يومنا الحاضر، يستطيعُ البحّارةُ سَماعَ النشرات الجويّة في الراديو، أمّا في الماضي فكانت الأحوال الجوّية تبلَّغ للمراكب باستعمال نظام من الأسطوانات والمخاريط يوضَع في أماكن ظاهرة للعيان على طول الشاطىء.

من جهة أخرى، تُجهَّز المراكبُ عادةً بباروميترٍ (مقياس ضغط) ومِحْرارٍ (ميزان حرارة) يُستعملان لرصد التغيّرات التي تطرأُ على الأحوال الجويّة. علاوةً على ذلك، فإن مراقبةَ تغيُّرِ أشكال الغيوم والرؤية وغيرها تجري بسهولة أكبر إنطلاقًا من مركبٍ في البحر.



عندما يسود الطقس الرديء فوق البحر، تترافق الأمطار والرياح بتأثير الأمواج، التي يمكن أن تلحِق أضراراً جسيمة بالمناطق الساحلية والمراكب المبحِرة. يتوقّف علو الأمواج على قوّة الريح وديْمومتها وعلى طول سطح البحر الذي تهبُّ فوقه الريح.



تخلق الأعاصير رياحًا مخيفة قد تتجاوز سرعتها 350 كيلومترًا بالساعة.

أ. عين الإعصار.
ب. هواء هابط.
ج. رياح تدور بسرعة عالية.
د. أحزمة مطر لولبيّة الشكل.

عندما تتشكّل زوبعة فوق البحر، تتحوّل إلى عمود ماء هائل.

2

3

1 يُراقَب تقدّم العاصفة بسهولة كبيرة في عرض البحر، إنطلاقًا من مركب، مثلاً.

2 إذا كان المطر غزيرًا جدًا، تصبح الرؤية محدودة.

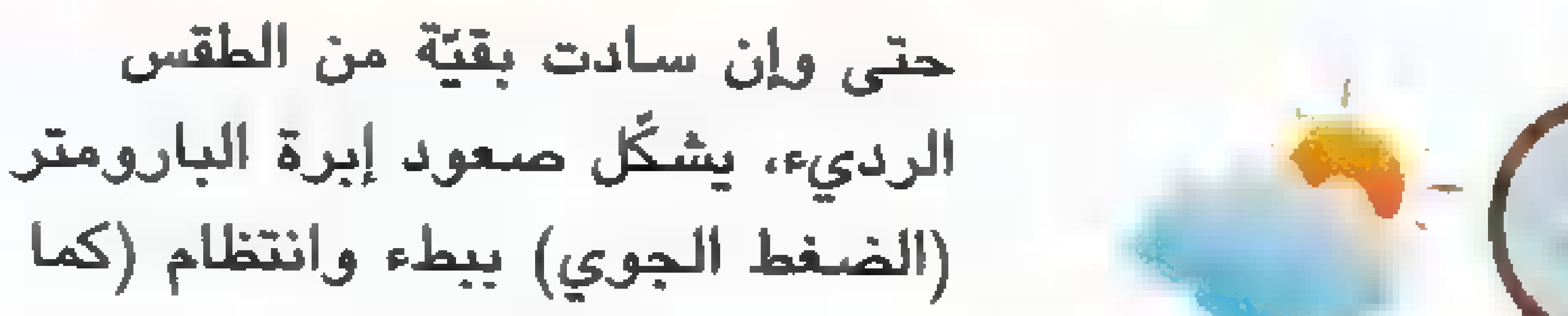
3 قد يصل علو الأمواج التي تستطيع رفعها قوّة الريح إلى عدة أمتار.

إنجلاء السماء

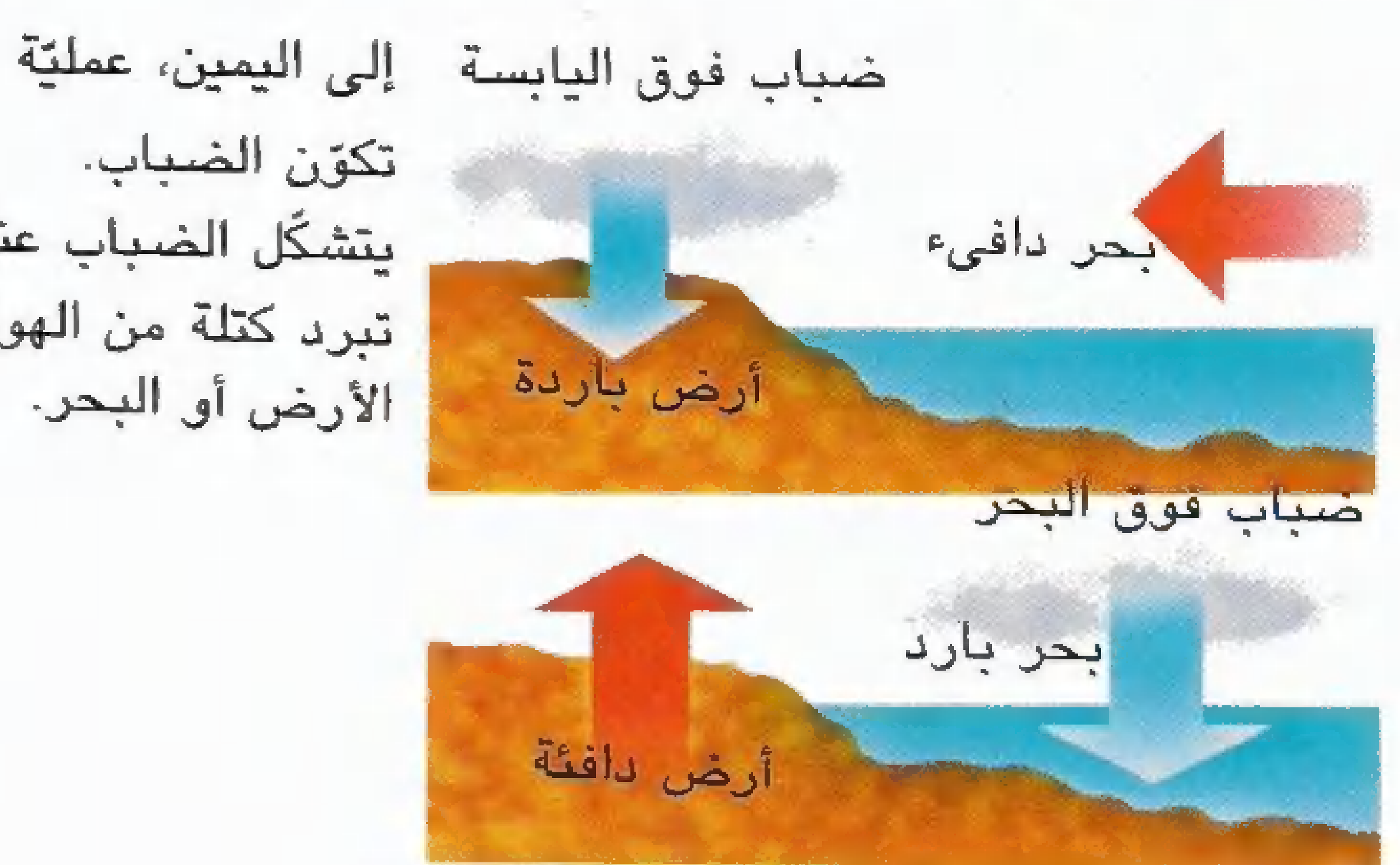
يتحسّن الطقسُ بسرعةٍ مع إبتعاد الجبهة الباردة، لكن السُحُبَ الرُكاميّة الأكبر حجمًا قد تصبّ بعضِ زخّات المطر الإضافيّة. وإذا نَظَرْت إلى السماء، تبيَّنَ لك أنها تميلُ إلى الصَفاء. وبعد مرور الرُكام المُزْني تظهرُ على التوالي سُحُب القَزَع (سحاب ركامي متوسّط) والسُحب الركاميّة، تتبعها إنفراجاتٌ تتّسع باطّراد.

بعد ابتعادِ الجبهةِ الباردة، يرتفعُ الضغطُ الجوّي بانتظام، بينما تبقى درجةُ الحرارةِ مستقرّة مع مَيْلٍ للانخفاض (سوف تلاحظ أن البرد قد اشتد قليلاً). إضافة إلى ذلك، تهبُّ الريحُ بقوّة أقل، لكنها تستمرُّ في نفس الإتجاه، وتنخفضُ نسبة الرُطوبة في الجوّ.

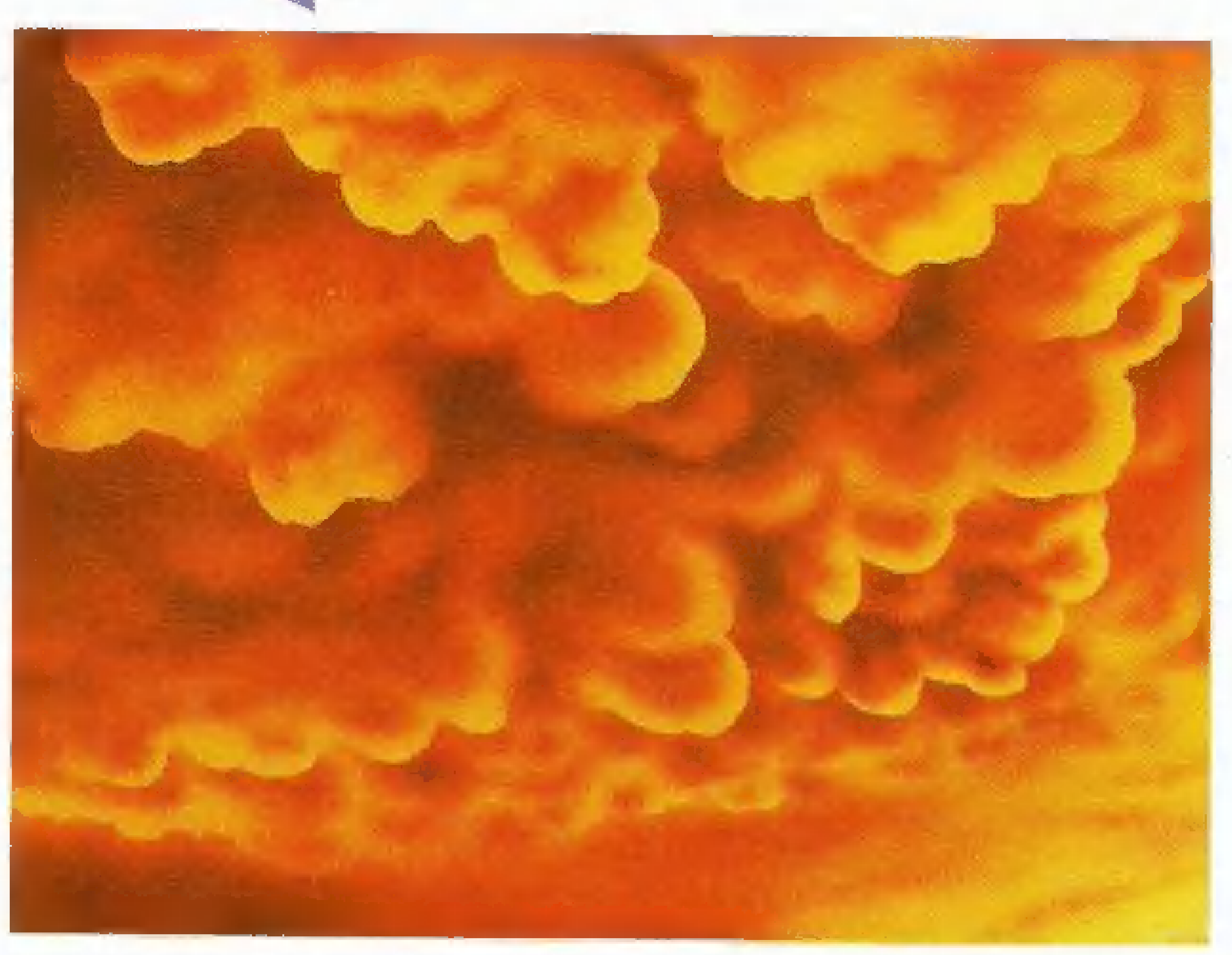
في البحر، قد يستمرُّ وصولُ الأمواج العالية بعد صفاء السماء وسُطوع الشمس، وعلى الرَغم من توقُّفِ الريحِ عن الهبوب: إنها أمواجٌ طويلة ناتجة عن عواصف هبّت على مسافات كبيرة (قد تصل إلى العديد من الكيلومترات). يمكن أن تستمرَّ هذه الأمواجُ لعدّة أيام بعد عاصفة شديدة.



حتى وإن سادت بقيّة من الطقس الرديء، يشكّل صعود إبرة البارومتر (الضغط الجوي) ببطء وانتظام (كما يبيّن الرسم إلى اليمين) إشارة واضحة إلى قرب حلول الطقس الجيّد.



إلى اليمين، عمليّة تكوّن الضباب. يتشكّل الضباب عندما تبرد كتلة من الهواء الأرض أو البحر.



بعد إنتهاء العاصفة، نرى أحيانًا عند قاعدة بعض الغيوم «أكياسًا» صغيرة من قطيرات الماء، تعرّف بالسحب الركاميّة المعكوسة.

1 سماء صافية.
2 أمواج طويلة.
3 يتشكّل قوس قزح عند مرور أشعة الشمس عبر قطرات الماء. تقوم القطرة بحرف إتجاهه أو كسره، فيتحلّل الضوء الأبيض إلى أحمر وبرتقالي وأصفر وأخضر وأزرق ونيلي وبنفسجي.

أ. شعاع ضوء؛ ب. قطرة ماء؛ ج. قوس قُزَح.

فهرس

الاندماج أو الالتحام coalescence: العمليّة التي تبدأ بها القُطَيْرات الصغيرة الموجودة في الغيمة بالسقوط فتصطدم بقطيرات أخرى وتتّحد في ما بينها، مشكّلةً قطرات أكبر حجمًا.

بخار الماء vapour: الإسم الذي يطلَق على الماء في حالته الغازيّة.

التبخّر evaporation: تحوُّل سائل إلى غاز؛ على سبيل المثال، تحوّل الماء إلى بخار ماء.

التكاثف condensation: تحوّل بخار الماء إلى ماء سائل.

الجزيء (ج: الجزيئات) molcule: تجمّعُ للذّرات يشكّل أصغر جزء ممكن من المادة النقيّة غير الممزوجة.

خلايا الحَمْل الحراري: نظام جريان الهواء في الغلاف الجوّي، يقوم على حلول الهواء البارد القادم من القطبين مكان الهواء الساخن المتواجد في المناطق الاستوائيّة.

الضغط الجوّي atmospheric pressure: الضغط الذي يسلّطه الهواء المتواجد في الجو على سطح الأرض.

ظاهرة كوريوليس coriolis effect: ظاهر ناتجة عن دوران الأرض حول نفسها وتتمثّل بإنحراف ظاهر في مسار الهواء أو أي جسم متحرِّك، يجعله يتبع خطًا منحنيًا بدلاً من الخط المستقيم.

الغلاف الجوّي أو الجو atmosphere: الطبقة الغازيّة التي تغلّف الأرض.

الكهرباء الساكنة (أو الإستاتيّة) static electricity: كهرباء ناشئة عن توزيع الشحنات السلبيّة والإيجابيّة؛ إنها الكهرباء التي تتولّد عند حكّ جسم ما، أو الكهرباء المتواجدة في الغيمة قبل تفريغها على شكل صاعقة.

المتر المكعّبcubic metre: وحدة قياس الحجم التي تتمثّل بمكعّب يبلغ ضلعه متر واحد. يعادل المتر المكعّب 1000 ليتر.

المليبار milibar: وحدة تستعمَل لقياس الضغط الجوّي.

نصف الكرة الأرضيّة hemisphere: كلٌّ من النصفين، الشمالي والجنوبي، اللذين يشكّلان الكرة الأرضيّة.

نقطة الندى (أو درجة الندى) den point: الكميّة القصوى من بخار الماء التي يمكن أن يحتويها الهواء عند درجة حرارة معيّنة؛ وإذا هبطت درجة الحرارة تلك، يتكاثف الماء ويُرسّب على شكل ندى.

المحتويات


عرب كومكس
www.arabcomics.net

كيف تتكوّن
الأحوال الجوّية

سلسلة «علوم الأرض والفضاء» مجموعةٌ من الكتب تتناول ظواهر التحوُّل المتواصل الذي تخضع له الأرض والفضاء. فتُبيِّن، مستعينة بالرسوم الملوَّنة، التغيُّر الذي يصاحِب تبدَّل فصول السنة أو تكوُّن البراكين والزلازل وحياة النجوم وأصل الكوْن. كما تتتبَّع تشكُّل العواصِف وتَلِج إلى قلب الذرَّة.

في هذا الكتاب يتسنى للقارىء الصغير أن يتعرّف بسهولةٍ على كيفية تشكُّل الغيوم والعواصف وأن يتتبّع حركتها وتطَوُّرها حتى هطول المطر. ويقدِّم هذا الكتاب أيضاً معلوماتٍ وافيةً عن الظواهر الجوية المصاحبة للمطر مثل البرق والرعد والصواعق كما يتطرق إلى الأرصاد الجوِّية وما يتصلُّ بها.